



**You have downloaded a document from
RE-BUS
repository of the University of Silesia in Katowice**

Title: Memy w pamięci: jak wysledzić memy w mózgu

Author: Piotr Łaszczyca

Citation style: Łaszczyca Piotr. (2017). Memy w pamięci: jak wysledzić memy w mózgu. "Teksty z Ulicy. Zeszyt memetyczny" (2017, nr 18, s. 11-42)



Uznanie autorstwa - Użycie niekomercyjne - Bez utworów zależnych Polska - Licencja ta zezwala na rozpowszechnianie, przedstawianie i wykonywanie utworu jedynie w celach niekomercyjnych oraz pod warunkiem zachowania go w oryginalnej postaci (nie tworzenia utworów zależnych).



UNIwersYTET ŚLĄSKI
W KATOWICACH



Biblioteka
Uniwersytetu Śląskiego



Ministerstwo Nauki
i Szkolnictwa Wyższego



Memy w pamięci: jak wysledzić memy w mózgu

„Teksty z Ulicy. Zeszyt memetyczny” 2017, nr 18

Streszczenie

Koncepcja memu, mimo 40 lat dyskusji, budzi kontrowersje. Problemy stwarzają: charakterystyka memów jako zjawisk biologicznych, kulturowych i informatycznych, odgraniczenie procesów nerwowych będących i nie będących memami, neurofizjologiczne podłoże memów, pojemność informatyczna memów oraz mechanizmy ich propagacji i ewolucji, a w konsekwencji tego stosowana terminologia. Koniecznym warunkiem istnienia memów jest ich utrwalanie w pamięci. Pamięć jako zjawisko neurofizjologiczne opiera się na mechanizmach kodowania bodźców, sumowania pobudzeń, modyfikacji struktury i czynności neuronów oraz modyfikacji siły powiązań w sieciach neuronalnych. Trzy podstawowe (ale nie jedyne) paradygmaty opisujące te zjawiska to: Pawłowowsko-Skinnerowski model wzmacniania bodźców, Hebbowski model wagi synaps i standardowy model konsolidacji pamięci L. Squire'a. Mechanizmy te pozwalają wyjaśnić podłoże wyróżnionych przez E. Tulvinga rodzajów pamięci: deklaratywnej i proceduralnej. Wyniki badania procesów poznawczych metodami obrazowania czynności mózgu sugerują, że możliwe jest zidentyfikowanie neuronalnych reprezentacji memów, będących postulowanymi przez D. Hebba i J. Konorskiego „jednostkami gnostycznymi” – detektorami wzorców. Niewykluczone, że anatomicznym ich odpowiednikiem są minikolumny korowe. Przekaz informacji w procesach kognitywnych i kulturowych wiąże się z kodowaniem i permanentnym przekodowywaniem sygnałów. Mechanizmy kodowania neuronalnego (kod topograficzny, kod częstotliwościowy i kod chemiczny) są już wystarczająco dobrze scharakteryzowane dla potrzeb memetyki. Obrazowanie topograficznej lokalizacji słów (pojęć?) w korze mózgowej ludzi wskazuje, że mogą tu działać podstawowe prawa neurobiologii, m.in. zasada topograficznego odwzorowania bodźców (zasada miejsca) i zasada wzmacniania kontrastu. Odwołująca się do neurobiologii charakterystyka memów winna uwzględniać procesy kodowania

oraz mechanizmy motywacyjne i emocjonalne, jako warunek akwizycji, propagacji i ewolucji memów w ramach ich cyklu życiowego.

Słowa klucze

mem, definicja, pamięć, kodowanie, sieć neuronalna, jednostka gnostyczna, detektor wzorca, cykl życiowy, analogia gen – mem

Memes in Memory: How to Detect Memes in Brain

Summary

Despite 40 years of discussion the concept of memes still raises numerous controversies. Main problems are: the characteristics of memes as biological and cultural phenomena; demarcation of events that are memes and aren't memes; neurophysiologic background of meme existence and informational capacity of memes, and as a consequence of those problems - inconsistent terminology. Prerequisite condition of memes' existence is a fixation of them in the memory. Memory, as a neurophysiologic event, is based on: mechanisms of stimuli encoding, stimuli summation, structural and functional modifications of neurons, and further modifications of the connection force within the neuronal networks. There are (among several existing) three basic paradigms of these processes: the Pavlov-Skinner's model of stimuli reinforcement, Hebbian model of synapse weight and Squire's standard model of memory consolidation. These mechanisms allow explaining the neuronal background of both, declarative and procedural memory, which are distinguished by E. Tulving. Researches on cognitive processes with functional brain imaging techniques suggest the possibility to identify neuronal representations of memes, being specific pattern detectors or gnostic units postulated by D. Hebb and J. Konorski. Possibly, neuroanatomic representations of them are cortical minicolumns. Information transfer within the cultural and cognitive processes involve permanent signal encoding and transcoding. The mechanism of neural stimuli encoding (topographic, frequency and chemical codes of the brain) are sufficiently recognized for the purposes of memetic explanations. The results of neuroimaging of topographic localization of words (ideas) within the human brain cortex suggest, that basic rules of neurobiology may be involved in the memetic processes. These are namely: the rule of topographic representation and the rule of contrast increase/amplification. Revised characteristic of memetic events should involve the description of encoding processes and motivation and emotional mechanisms of memory as the crucial conditions of meme acquisition, propagation and evolution, within the meme life-cycle.

Keywords

meme, definition, memory, encoding, neural network, gnostic unit, pattern detector, life cycle, gene – meme analogy

Memy, jeśli istnieją, muszą być w takim samym stopniu jednostkami kultury i informacji jak i jednostkami pamięci. Może nawet bardziej pamięci, wszak mogą być niekomunikowaną komukolwiek tajemnicą. Użycie słowa jednostka jest w tej zaczepce cichym i niekoniecznie poprawnym założeniem, że mem jest wartością jednostkową i być może niepodzielną jak Demokrytowy atom. Wątpliwość czy memy istnieją może dziś być odebrana jedynie jako kiepska prowokacja do dyskusji... niekończącej się lub niedokończonej dyskusji.

Problem nr 1: jak zdefiniować obiekt, czyli czym jest mem

Ponad 40 lat od powstania terminu mem¹, praktycznie każda publikacja na temat memetyki rozpoczyna się od przywołania jego definicji². Termin używany jest swobodnie i wieloznacznie do opisu procesów nerwowych, zachowań naśladowczych i zjawisk kulturowych³. Zderzają się ujęcia memu jako naśladownictwa w mistrzowskim rzucie oszczepem, prawidłowej pozycji strzeleckiej, zasad ergonomicznego użycia młotka, a także żartu, opowieści, słownej instrukcji, opisów zdarzeń, stanów świata i praw. Luke McCrohon⁴ zauważa nawet, że można wyróżnić trzy obozy naukowe dokonujące definicji memu w oparciu o różne podstawy metodologiczne. Świadczy to o ciągłym braku dobrej definicji oraz kanonu praw, jasno określających zakres pojęcia i przypisywane mu relacje. Definicja memu musi, poza aspektami kulturowymi, uwzględniać aspekty informatyczne, oraz m.in. neurobiologiczną reprezentację memu, odniesienie do uczenia i pamięci, emocjonalności, świadomości⁵ i intencjonalności⁶ (rozumianej tu wąsko jako motywacja do kopiowania i przetwarzania memu). Jeśli uznać mem za jeden z rodzajów replikatorów jako nośników informacji, nasuwa się analogia gen – mem, co prowokuje pytania o ogólniejsze zasady ewolucji⁷. Można

¹ R. Dawkins, *Samolubny gen*, przeł. M. Skoneczny, Warszawa 1996.

² L. McCrohon, *The two-stage life cycle of cultural replicators*, "Theoria et Historia Scientiarum" 2012, Vol. IX, DOI: 10.2478/v10235-011-0009-y; T. Deacon, *Meme as a sign. The trouble with memes (and what to do about it)* (editorial) "The Semiotic Review of Books" 1999, nr 10: 3, s. 1–3; R. Finkelstein, *A Memetics Compendium* (2009); (<https://www.roboticstechnologyinc.com/images/upload/file/Memetics%20Compendium%205%20February%202009.pdf>); R. Finkelstein, *Defining memes* (lecture presentation on), The Second Symposium on Memetics Memory, Social Networks and Language. *Probing the Meme Hypothesis II*, Victoria College, University of Toronto, 15–17 May 2008 (http://www.semioticon.com/virtuals/memes2/finkelstein_paper.pdf); S. Blackmore, *Maszyna memowa*, przeł. N. Radomski, Poznań 2002.

³ S. Blackmore, *Maszyna memowa...*; S. Blackmore *Evolution and Memes: The human brain as a selective imitation device*. "Cybernetics and Systems" 2001, 32: 1, 225–255; N. Rose *Controversies in meme theory*. "Journal of Memetics-Evolutionary Models of Information Transmission" 1998, nr 2, s. 43–57.

⁴ L. McCrohon, *The two-stage life cycle of cultural replicators ...*

⁵ S. Blackmore, *Maszyna memowa...*

⁶ Zarówno w znaczeniu filozoficznym (patrz: *Intentionality*, hasło w: Wikipedia) jak w znaczeniu biologicznym, jako zdolność rozróżniania i przewidywania stanu innych umysłów (patrz: *Theory of mind*, hasło w: Wikipedia).

⁷ *Replicator* – patrz: *Gene-centered view of evolution*, hasło w: Wikipedia; także: *Self-replication*, hasło w: Wikipedia.

zadać pytanie czy wprowadzenie tego pojęcia jest w ogóle użyteczne⁸. Rozwiązanie tych problemów jest warunkiem przełamania niechęci, jaką wielu humanistów i przyrodników żywi do memetyki, traktowanej przez jednych jako nieprawne zastosowanie reguł ewolucjonizmu do świata idei i kultury, przez drugich jako konstrukt umysłowy o wątpliwym umocowaniu w naukach przyrodniczych. Interdyscyplinarność dyskursu o memetyce wymaga, oprócz śledzenia nowych propozycji, przestrzegania terminologii⁹ i uzgodnienia podejścia przedstawicieli różnych dyscyplin¹⁰.

Istotną komplikację stanowi odróżnienie memu jako zinternalizowanego procesu nerwowego, od memu jako eksternalizowanego zachowania lub produktu - artefaktu kulturowego, będącego ekspresją procesu nerwowego¹¹. Nieostra jest też granica między procesami nerwowymi uznawanymi za memy, a tymi które – jak np. emocje i percepcje – memami nie są w przekonaniu części dyskutantów. Mnogość propozycji terminologicznych utrudnia paradoksalnie transfer memów na temat memów („*The failure of Dawkins and others to develop the meme of memes...*”¹²). Rola człowieka i rola artefaktów przenoszących memy jest źródłem dodatkowych kontrowersji, których przykładem może być dysk z Fajstos¹³ lub winylowa płyta gramofonowa. Oba te artefakty są niemożliwe do odczytania bez odpowiedniej wiedzy wstępnej lub sprzętu, a więc są informacyjnie i memetycznie puste. Przykład ten ujawnia rolę kodowania memu¹⁴.

Definicja memu winna uwzględniać odniesienia informatyczne¹⁵. Memy można traktować jako pakiety informacji zakodowanej jednym ze specyficznych kodów biologicznych (aktywność neuronalna, zachowanie komunikacyjne) lub kulturowych (przekazy i artefakty). Naturalne pytanie o rozmiar, czyli pojemność/entropię informacyjną memu, jest intuicyjnie rozstrzygane stwierdzeniem „raczej niewielka”¹⁶. Praktyczne znaczenie tego pytanie zasadza się w tym, że ilość informacji odpowiadająca memowi musi być zakodowana w strukturach neuronalnych zdolnych do szybkiego jej odtworzenia (przekodowania).

⁸ *RedIt-Philosophy (internet discussion)*: https://www.reddit.com/r/philosophy/comments/ot1ce/are_memes_a_useful_concept_for_academic_study/; P. Thagard, *Hot Thought: Why Memes Are a Bad Idea*, posted Feb 13, 2013; <https://www.psychologytoday.com/blog/hot-thought/201302/why-memes-are-bad-idea>.

⁹ M. Biedrzycki, *Genetyka kultury*, Warszawa 1998; G. Grant, *Mimetic Lexicon*, “Principia Cybernetica Web” 1990; <http://pespmc1.vub.ac.be/MEMLEX.html>; <https://igw.tuwien.ac.at/tom/meme/lexicon-right.html> [dostęp z dnia: 10.11.2017]; S. Blackmore, *Maszyna memowa...*

¹⁰ S. Blackmore, *Maszyna memowa...*, R. Brodie, *Wirus umysłu*, przeł. P. Turski, Poznań 1997; F.T. Cloak, *Is a cultural ethology possible*, “Human Ecology” 1975, nr 3, s. 161–182; R. Dawkins, *The selfish gene...*; R. Dawkins, *Fenotyp rozszerzony. Dalekosiężny gen*, przeł. J. Gliwicz, Warszawa 2003.

¹¹ F.T. Cloak, *Is a cultural ethology possible...*; A. McNamara, *Can we measure memes?* “Frontiers in Evolutionary Neuroscience” 2011, nr 3, doi:10.3389/fnevo.2011.00001.

¹² Z. Langrish, *Different types of memes: recipemes, selectemes and explanemes*, “Journal of Memetics-Evolutionary Models of Information Transmission” 1999, nr 3, s. 24–39.

¹³ *Phaistos Disc*, hasło w: Wikipedia [dostęp z dnia: 10.11.2017].

¹⁴ *Code*, hasło w: Wikipedia [dostęp z dnia: 10.11.2017]; *Encoding/decoding model of communication*, hasło w: Wikipedia [dostęp z dnia: 10.11.2017].

¹⁵ R. Finkelstein, *Defining memes*, Toronto 2007; M. Bergman, *The Trouble with Memes - AI3: Adaptive Information* 04-04-2012, <http://www.mkbergman.com>.

¹⁶ S. Blackmore, *Maszyna memowa...*

Próby określenia rozmiaru memów odwołują się do pojemności pamięci operacyjnej (roboczej), opisanej przez prawo 7 ± 2 Millera¹⁷, czasami modyfikowanego do 4 ± 2 (np. Kaczmarzyk i wsp.¹⁸). Alternatywą jest ocena rozmiaru memu eksternalizowanego w oparciu o pojemność (rozmiar) komunikatów i narzędzi komunikacji społecznej¹⁹. Tak oszacowana entropia memów sięga megabitów i gigabitów. Takie ujęcie wydaje się niesłuszne, przynajmniej z punktu widzenia biologii mózgu i możliwości „dystrybucji” informacji w pamięci.

Użyteczność memetyki w opisie transferu poglądów, idei i informacji nakazuje poważnie korzystać z uwag krytyków i przeciwników memetyki (np. Geoffrey F. Miller²⁰, Luis Benitez-Bribiesca²¹, Fracchia i Lewontin²²). Opis zjawisk memetycznych w kategoriach neurobiologii może stać się możliwy dzięki technikom obrazowania czynności mózgu (np. fNMR, PET i QEEG)²³.

Autor	Definicja lub koncepcja charakterystyki memu
E.T. Cloak (1975) ²⁴	„instrukcje kulturowe”: i-culture – (internal; instruction) proces nerwowy w mózgu, m-culture – (material; artifacts) środowiskowa realizacja i-culture
R. Dawkins (1976, 1982, 1983...) ²⁵	- wzorzec czynności mózgu odpowiadający zachowaniom naśladowczym, - jednostka przekazu kulturowego, - jednostka naśladownictwa i kopiowania, - jednostka informacji w mózgu, - replikator podlegający selekcji

¹⁷ G.A. Miller, *The Magical Number Seven, Plus or Minus Two: Some Limits on Our Capacity for Processing Information*, „The Psychological Review” 1956, nr 63, s. 81–97.

¹⁸ M. Kaczmarzyk, J. Francikowski, B. Łozowski; M. Rozpędek, T. Sawczyn, S. Sułowicz, *The bit value of working memory*, „Psychology & Neuroscience” (Rio de Janeiro) 2013, nr 6 (3); <http://dx.doi.org/10.3922/j.psns.2013.3.11>.

¹⁹ R. Finkelstein, *A Memetics Compendium...* oraz R. Finkelstein, *Defining memes...*

²⁰ G.F. Miller, *Memetic evolution and human culture*, „Quarterly Review of Biology” 2000, nr 75 (4), s. 434–436.

²¹ L. Benítez-Bribiesca, *Memetics: a dangerous idea*, Caracas (Jan 2001) nr 26.1, s. 29–31.

²² J. Fracchia, R.C. Lewontin, *The price of metaphor*, „History and Theory” 2005, nr 44 (1), s. 14–29.

²³ A.G. Huth, S. Nishimoto, A.T. Vu, J.L. Gallant, *A Continuous Semantic Space Describes the Representation of Thousands of Object and Action Categories across the Human Brain*, „Neuron” 2012; DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.neuron.2012.10.014>; A.G. Huth, W.A. de Heer, T.L. Griffiths, F.E. Theunissen, J.L. Gallant, *Natural speech reveals the semantic maps that tile human cerebral cortex*, „Nature” 2016, nr 532, s. 453–458; doi:10.1038/nature17637; A. McNamara, *Can we measure memes?* „Frontiers in Evolutionary Neuroscience” 2011, nr 3, doi:10.3389/fnevo.2011.00001; S. Chakrabarti, H.M. Sandberg, J.S. Brumberg, D.J. Krusienski, *Progress in Speech Decoding from the Electroencephalogram*, „Biomedical Engineering Letters” 2015, nr 5, s.10–21, DOI 10.1007/s13534-015-0175-1.

²⁴ E.T. Cloak, *Is a cultural ethology possible...*

²⁵ R. Dawkins, *The selfish gene...*; tenże, *The extended phenotype...*; tenże, *Viruses of the mind*, in: *Dennett and his Critics: Demystifying Mind*, ed. B. Dahlbohm, Blackwell, Oxford 1983, pp. 13–27.

Ch. Lumsden i E.O. Wilson (1981); E.O. Wilson (1998) ²⁶	kulturgen; jednostka dziedziczenia kulturowego „węzły pamięci semantycznej” (!)
L. Cavalli-Sforza, M. Feldman (1981) ²⁷	ewoluująca cecha kulturowa
C. Swanson (1983) ²⁸	sociogene versus biogene
J. Delius (1989) ²⁹	mem = konstelacja pobudzonych i niepobudzonych synaps; ciągi zmodyfikowanych synaps
G. Grant (1990 - leksykon) ³⁰	infekcyjne/kopiuwane przez mózgi wzorce informacji + wehikuł memów
A. Lynch (1991, 1996) ³¹	„wzorce informacji”; idee, ... znaki
D. Dennett (1990, 1995) ³²	kopiuwane i przekazywane idee kodowane przez mózgi także informacja kopiowalna poza mózgiem (?) + wehikuł i „realizacja”
R. Brodie (1991) ³³	wirus – informacja infekująca umysł
M. Biedrzycki (1998) ³⁴	mem - porcja informacji, replikator infekcyjny i jego re- prezentacja w strukturach mózgu oraz socjotyp (społecz- ny fenotyp) w ideosferze; także memetykieta (metamem?)
T. Deacon (1999) ³⁵	znak ... („sprymityzowane ujęcie znaku”)
S. Blackmore (2002) ³⁶ i inni	jednostka naśladownictwa

²⁶ C.J. Lumsden, E.O. Wilson, *Genes, Mind and Culture: The Coevolutionary Process*, Cambridge 1981 oraz E.O. Wilson, *Consilience: The Unity of Knowledge*, New York 1998.

²⁷ L.L. Cavalli-Sforza, M.W. Feldman, *Cultural Transmission and Evolution: A Quantitative Approach*, New York 1981.

²⁸ C. Swanson, *Sociogene and Biogenes*, (chapter in) *The Dual Informational Sources of Human Evolution. Ever-expanding Horizons*, Massachusetts 1983, p. 108.

²⁹ J. Delius, *Of Mind memes and brain bugs, a natural history of culture*, in: *The Nature of Culture*, ed. W.A. Koch, Bochum 1989, pp. 26–79.

³⁰ G. Grant, *Memetic Lexicon*, “Principia Cybernetica Web” 1990; <http://pespmc1.vub.ac.be/MEMLEX.html>; <https://igw.tuwien.ac.at/tom/meme/lexicon-right.html>.

³¹ A. Lynch, *Thought contagion as abstract evolution*, “Journal of Ideas” 1991, nr 2, s. 3–10 oraz tegoż, *Thought contagion. How Belief Spreads Through Society. The New Science of Memes*, New York 1996.

³² D. Dennett, *Memes and the Exploitation of Imagination*, “Journal of Aesthetics and Art Criticism” 1990, nr 48, s. 127–35; *Memes and the Exploitation of Imagination*, The David and Miriam Mandel Lecture, American Society for Aesthetics, October 27, 1989 47th Annual Meeting, New York, NY; D. Dennett, *Darwin's dangerous idea*, London 1995.

³³ R. Brodie, *Wirus umysłu*, przeł. P. Turski, Poznań 1997, s. 83.

³⁴ M. Biedrzycki, *Genetyka kultury*, Warszawa 1998.

³⁵ T. Deacon, *Meme as a sign. The trouble with memes...*

³⁶ S. Blackmore, *Maszyna memowa...*

R. Finkelstein (2008, 2009) ³⁷	mem = informacja transmitowana, powielana co najmniej o rząd wielkości (liczby kopii), utrzymywana przez czas (godzin) niezbędny do wywarcia efektu (w środowisku kulturowym i fizycznym?)
F. Heylighen, K. Chielens, (2008) ³⁸	memotyp i mediotyp (memotype and mediotype)
A. McNamara (2011) ³⁹	i-meme; e-meme (internal-meme, external-meme)

Tab. 1. Kontrowersje związane z definicją memu

Mem memu – co jest, a co nie jest memem

Próby określenia zakresu definicji memu – odgraniczenia memów i niememów – prowadzą do ujawnienia obszarów niedookreśloności na styku memetyki, neurobiologii i nauk społecznych. Cytując Susan Blackmore w definicji memu

mieści się [...] całe wasze słownictwo, anegdoty, które znacie, umiejętności i nawyki, które przejęliście od innych, oraz gry, w które lubicie grać. Mieszczą się tu piosenki, które nucicie, i reguły, których przestrzegacie. Tak więc, na przykład, ilekroć jedziecie lewą (lub prawą!) stroną drogi, jecie curry z piwem lub pizzę i coca-colę, gwizdacie melodię z „Neighbours” czy nawet witacie się uściskiem dłoni, rozpowszechniacie memy⁴⁰.

TAK – jest memem	NIE – nie jest memem	Komentarz krytyczny
idee, prawa naukowe, prawo stanowione		jako przeciwstawienie można podać popędowe uwarunkowania reakcji („prawa wrodzone”?)
społeczne reguły zachowania	zachowania społeczne	często kulturowo asymilowane zachowania instynktowne (np. makijaż, stroje podkreślające figurę i postawę... ⁴¹)
pojęcia (?=słowa?)	słowa	słowa i ich zbitki reprezentują pojęcia
twory kultury (gry, obrazy, muzyka) np. pejzaż malarski, portret, karykatura...	Percepcje np. widok krajobrazu, widok twarzy/ sylwetki...	spostrzegania trzeba się uczyć w kontekście rozwoju osobniczego i kultury (zatem niektóre? „percepty” są memami) <i>bardzo nieostra granica</i>

³⁷ R. Finkelstein, *A Memetics Compendium...* oraz R. Finkelstein, *Defining memes...*

³⁸ F. Heylighen, K. Chielens, *Evolution of Culture, Memetics*, in: *Encyclopedia of Complexity and Systems Science*, ed. B. Meyers, Brussels 2008.

³⁹ A. McNamara, *Can we measure memes?*...

⁴⁰ S. Blackmore, *Maszyna memowa...*, s. 31, 79 i n.

⁴¹ I. Eibl-Eibesfeldt, *Mitość i nienawiść*, przeł. Z. Stromenger, Warszawa 1987.

instrukcje, przepisy	odruchy	stosunkowo jasne rozróżnienie
umiejętności nabyte? przez naśladownictwo? lub instruktaż	tw. „odruchy”, w istocie reakcje dowolne	tu także: nieświadoma lub zautomatyzowana motoryka, <i>np. „hamuj na czerwonym”</i>
zwyczaje zachowania? (?indywidualne?)	instynkty	są modyfikowane przez doświadczenie i asy- milowane kulturowo, np. „komunikacyjne” zdobienie ciała
gra aktorska, teatr mimiczny	wyraz emocji, <i>np. Darwin: „O wy- razie uczuć...”</i>	wyraz emocji i emocje są/mogą być naślado- wane lub symulowane

Tab. 2. Zakres definicji memu wg różnych autorów⁴²

Obserwacja rozwoju nauki i ewolucji stosowanych pojęć, (na przykładzie pojęcia kwaśu i reakcji redoks [Brønsted–Lowry theory; Wikipedia], pojęć homeostazy albo gatunku...) wskazuje, że zbytne ograniczenie zakresu stosowalności pojęcia i definicji zjawiska z reguły się nie sprawdza. Od pewnego poziomu rozwoju dyscypliny badawczej wręcz szkodzi rozwojowi wiedzy. Jako że „nie jednemu psu Burek na imię”, pojęcie musi jednak wyróżniać opisywany obiekt wśród obiektów podobnych. Szerokie ujęcie definicji memu wymaga zatem równoczesnego dokonania klasyfikacji memów, na podobieństwo klasyfikacji taksonomicznej w biologii⁴³.

Typowe punkty krytyki koncepcji memetycznych⁴⁴ wskazują na:

1. Brak jednoznacznego powiązania memu jako zjawiska z mechanizmami neurobiologicznymi.
2. Brak metodologii pomiaru charakterystyki memu: brak behawioralnej metodyki pomiaru „idei”, a także brak zasad określania rozmiaru memów i niejasność odnośnie samego rozmiaru memów.
3. Brak spójnej definicji memu odwołującej się do transmitowanej informacji i mechanizmów kodowania – zatem do fizycznej (neurofizjologicznej) natury memu.
4. Brak taksonomii memów i zarazem zdefiniowania granic zmienności memów, zarówno internalizowanych jaki i eksternalizowanych⁴⁵.
5. Brak kodyfikacji powiązań pomiędzy zjawiskami memetycznymi a neurobiologią, psychologią, socjologią i kulturoznawstwem⁴⁶.

⁴² Zmodyfikowane m. in. na podstawie: S. Blackmore, *Maszyna memowa...*

⁴³ Ssaki, *Drapieżne, Psowate, Pies, Pies domowy, Pies nierasowy*, hasło w: Wikipedia (lub podręczniki zoologii), *Burek*, hasło w: Słownik Języka Polskiego, Warszawa 2007.

⁴⁴ S. Blackmore, *Maszyna memowa...*; O. Aam, *Critique and Defense of Memesis*, 1996; N. Rose, *Controversies in meme theory*, "Journal of Memetics-Evolutionary Models of Information Transmission" 1998, nr 2, s. 43–57.

⁴⁵ J.Z. Langrish, *Different types of memes...*, s. 24–39.

⁴⁶ Tamże.

Wydaje się, że jedyną drogą przełamania trudności terminologiczno-metodologicznych memetyki może być międzynarodowy kongres wzorowany na pracach International Union of Pure and Applied Chemistry (IUPAC) i International Union of Biochemistry (IUB), których agenda, Enzyme Commission, wypracowała (1956–1964) do dziś obowiązujące zasady nazewnictwa enzymów.

Co dobry mem musi

W poszukiwaniu definicji memu i podstaw metodologii badań memów jako zjawiska neurobiologicznego należy uwzględnić powszechnie przyjęte własności memów jako replikatorów.

Cechy efektywnego relikatora – cechy efektywnego memu⁴⁷:

- wierność kopiowania (*reliability*) – znacząca lecz niepełna,
- płodność – łatwość kopiowania (*fecundity*) – lecz zróżnicowana „kopiowalność”,
- zróżnicowana przeżywalność – długowieczność/względna stabilność formy

(*longevity*),

- zmienność (*mutability*) – ograniczona i podlegająca selekcji.

Pomijając zazwyczaj warunkiem asymilacji, retencji i transmisji memów jest zmiana formy ich występowania – wielokrotne i ciągłe przekodowanie, tłumaczenie z języka (języków) komunikacji i kultury na język procesów nerwowych. Przekodowanie wymaga istnienia realizujących je struktur neuronalnych. Mechanizmy przekodowania nie są dane w sposób wrodzony, lecz ulegają kształtowaniu w trakcie rozwoju osobniczego. Można je porównać do stałych, lecz ewoluujących algorytmów przetwarzania informacji, a osobnika/osobę i odpowiednie struktury nerwowe można traktować jako jednostkę kodującą. W możliwych do wyobrażenia przypadkach przekodowanie wymaga wstępnej gotowości, tożsamej z motywacją. Wynik przetwarzania jest też wartościowany emocjonalnie – oceniany jako kara, nagroda lub ich zapowiedź. Całość procesu akwizycji i retencji memów ma zatem charakter ich interpretacji. Jednostkę realizującą ten proces można więc traktować jako **interpreter** (również w ujęciu informatycznym)⁴⁸.

Warto zwrócić uwagę, że obserwowane i badane przypadki propagacji memów i ich akwizycji przez poszczególne osoby zawsze wiążą się z ich emocjonalną wartością. Wartości emocjonalnej można doszukać się w przypadkach szerzenia się przez naśladownictwo nowych form zachowań u zwierząt (naśladowanie mycia ziemniaków u makaków – np. Hirata i wsp.⁴⁹, nauka łupania orzechów i użycia trawek do łowienia mrówek

⁴⁷ M. Biedrzycki, *Genetyka kultury...*; S. Blackmore, *Maszyna memowa...*; R. Dawkins, *Samolubny gen...* i wszystkie wtórne przytoczenia.

⁴⁸ *Interpreter*, hasło w: Wikipedia.

⁴⁹ S. Hirata, K. Watanabe, M. Kawai, „Sweet-Potato Washing” Revisited, in: *Primate Origins of Human Cognition and Behavior*, ed. T. Matsuzawa, Springer 2001, pp. 487–508.

u szympanśów – Luncz i wsp.⁵⁰, dokonania naśladowcze krukowatych – *New Cledonian Crows*⁵¹, komunikacyjne osiągnięcia szympanśów – np. Kanzi oraz Ai i Aiumi⁵² a także papug – np. Alex⁵³. Te formy zachowania są jednak krytykowane jako niebędące memami⁵⁴. Emocjonalne wartościowanie memów w przekazie między ludźmi jest natomiast obserwacją banalną.

Memowa zaraza: warunki transmisji i propagacji memu

Aspekt niezbędnego w szerzeniu się memów przekodowania ich formy jest w popularnych źródłach i opracowaniach pomijany lub zbywany krótkim stwierdzeniem. Tradycyjnie, jako warunki akwizycji memów przez osobnika, wymienia się⁵⁵ takie ich cechy jak:

1. Spójność wewnętrzna i zgodność z systemem memów/przekonań odbiorcy,
2. Nowość i atrakcyjność nowości – przyciąganie uwagi przez znaczącą nowość memu,
3. Prostota treści i relacji – prostota przyswojenia i zapamiętania,
4. Użyteczność indywidualna memu i konsekwencji jego użycia – osobnicza korzyść w osiąganiu celów.
5. Zestaw ten uzupełniany jest przez intersubiektywne kryteria sukcesu w między-osobniczym transferze memów⁵⁶, którymi są:
6. Wyrazistość (wydatność) – łatwość spostrzegania (z powodu głośności, wielkości, jaskrawości...),
7. Ekspresyjność – łatwość wyrażania – prostota przekazu: kodu lub języka,
8. Stabilność formy (oporność na modyfikacje w przekazie) – niezależność od nadawcy i kontekstu,
9. Zaraźliwość – prowokowanie nosiciela do szerzenia memu,
10. Konformizm z przekonaniami grupowymi – zgodność z systemem przekonań grupy, do której należy nosiciel,
11. Użyteczność grupowa – bazująca na emocjach socjalnych, także wbrew użyteczności indywidualnej.

Aaron Lynch⁵⁷, traktując szerzenie się memów jako „infekcję/zarazę myślową” (*thought contagion*), zwraca uwagę na społeczne uwarunkowania transmisji i akwizycji

⁵⁰V. Luncz, R. Mundry, Ch. Boesch, *Evidence for Cultural Differences between Neighboring Chimpanzee Communities*, "Current Biology" 2012, nr 22, s. 922–926; DOI 10.1016/j.cub.2012.03.031.

⁵¹*New_Caledonian_crow*, hasło w: Wikipedia, https://en.wikipedia.org/wiki/New_Caledonian_crow.

⁵²*Kanzi oraz Ai i Aiumi*, hasło w: Wikipedia.

⁵³*Alex – parrot*, hasło w: Wikipedia.

⁵⁴S. Blackmore, *Maszyna memowa...*

⁵⁵G. Grant, *Mimetic Lexicon...* i wszystkie wtórne źródła.

⁵⁶Tamże.

⁵⁷A. Lynch, *Thought contagion. How Belief Spreads Through Society. The New Science of Memes*, New York 1996, p. 208 i n. oraz: A. Lynch *Thought contagion as abstract evolution*, "Journal of Ideas" 1991, nr 2, s. 3–10.

memów związane z własnościami życia społecznego osobników uczestniczących w procesie memetycznym: liczbę potomstwa (wychowywanego i zarażonego memami rodziców), skuteczność rodzicielstwa, prozelityzm w kontakcie z nowymi memami/ideami, wartość adaptacyjną memów sprzyjająca przeżyciu nosicieli; agresywny opór względem memów konkurencyjnych, rozumowe i świadome preferencje w szerzeniu memów oraz motywowanie doraźnymi korzyściami (konformistyczne, makiaweliczne) (*1. Quantity of parenthood; 2. Efficiency of parenthood, 3. Proselytic, 4. Preservational, 5. Adversative, 6. Cognitive, 7. Motivational*).

Koresponduje to z mechanizmami transferu języka (zatem i memów) wg Luigiego Cavalli-Sforzy i Marcusa Feldmana⁵⁸, zrekapitulowanymi przez np. Susan Backmore⁵⁹ jako drogi szerzenia się memów i zachowania wyuczonego (naśladowczego) poprzez **transfer pionowy** (między rodzicami i potomstwem), **transfer poziomy** (między rówieśnikami z różnych grup społecznych) oraz **transfer ukośny** (między różnopolukoleniowymi spokrewnionymi/spowinowaconymi i także w systemie oświaty).

Warunkiem akwizycji i retencji memu w układzie nerwowym odbiorcy jest jego wielokrotne przekodowanie zachodzące w procesach nerwowych pomiędzy receptorami narządów zmysłowych a kolejnymi neuronami analizatora (zmysłu) odbierającego bodźce przenoszące mem i okolic kojarzeniowych mózgu, gdzie mem jest deponowany. Wielokrotne przekodowanie zachodzi również podczas transferu memów między komunikującymi się osobnikami (a ściślej ich mózgami). Kodowanie i przekodowanie jest zatem koniecznym aspektem cyklu życiowego memu. Biorąc zaś pod uwagę złożoność, wieloetapowość i konieczność odwoływania się do wielu systemów kodowania, można się dziwić, że transfer i propagacja memów – idei jest w ogóle możliwa i – jedynie w przypadkach memetycznej immunizacji lub braku wspólnego kodu językowego lub pojęciowego transfer kończy się niepowodzeniem.

W klasycznym opisie własności memu jako replikatora wymieniane są etapy jego cyklu życiowego, rozumiane jako etapy replikacji i transferu memów (np. F. Heylighen)⁶⁰. Etapy te, skomentowane tutaj z punktu widzenia nauk przyrodniczych, to:

- asymilacja – w tym dekodowanie i przekodowanie, uwzględniając podejście lingwistyczne, m.in. translatorykę,
- retencja – towarzyszy jej emocjonalne wartościowanie i znakowanie/cechowanie treści memów,
- ekspresja – ujawnienie przez znaki, język, artefakty (symulakry? – np. J. Baudrillard⁶¹),

⁵⁸ L.L. Cavalli-Sforza, M.W. Feldman, *Cultural Transmission and Evolution: A Quantitative Approach*, New York 1981.

⁵⁹ S. Blackmore, *Maszyna memowa...*

⁶⁰ F. Heylighen, *What makes a meme successful? Selection criteria for cultural evolution*. [Conference Paper], in: Proc. 16th Int. Congress on Cybernetics, Association Internationale de Cybernétique, Namur 1998, p. 423–418.

⁶¹ J. Baudrillard, *Symulakry i symulacja*, przeł. S. Królak, Warszawa 2005.

- transmisja/propagacja – przenoszenie i szerzenie przez wektory (artefakty memetyczne), w tym także z odroczeniem, pod warunkiem możliwości ich dekodowania.

W pamięci, czyli gdzie

Neurofizjologicznym odzwierciedleniem procesów asymilacji, retencji oraz transmisji i propagacji memu jest tworzenie i odtwarzanie śladów memu w pamięci osobnika. Na proces ten składają się:

- odbieranie, przetwarzanie, równoważne identyfikowaniu i klasyfikowaniu bodźców/memów poprzez odwołanie do wcześniejszych śladów pamięci w sieciach neuronalnych (wg modelu percepcji Dawida Wiesela i Thorstena Hubela⁶²),
- zapamiętywanie (zachowywanie) obejmujące etapy: sensoryczny, krótkotermi- nowy – rewerberencyjny, konsolidacji – plastyczności neuronalnej, hipokampal- ny – sieci pierwotnej, korowej – sieci wtórnej (wg standardowego modelu pamięci Larry'ego Squire i wsp.)⁶³,
- przechowywanie informacji (magazynowanie z mechanizmem indeksowania)
- przypominanie (selektywne wywoływanie i odtwarzanie, indukowane bodźcem)

Złożoność pamięci można zobrazować przez porównanie jej do trójwymiarowego den- drogramu obserwowanego z trzech różnych kierunków w przestrzeni. W każdym z trzech wyróżnionych tak widoków dostrzega się inne cechy i powiązania badanej struktury.

Pierwsza z kategoryzacji pozwalałaby wyróżnić mechanizmy habituacji, sensytyzacji, warunkowania i pamięci długotrwałej. Drugi ze sposobów obserwacji ujawnia istnie- nie ultrakrótkotrwałej pamięci percepcyjnej (sensorycznej, w tym ikonicznej, echoicz- nej i haptycznej – m.in. efekt Sperlinga⁶⁴), pamięci operacyjnej utożsamianej zazwyczaj z pamięcią roboczą (m.in. G.A. Miller⁶⁵) oraz pamięci długoterminowej. Trzeci punkt wi- dzenia jest istotny dla memetyki i wyjaśnienia mechanizmów odwzorowania memów w strukturach mózgu. Ogniskuje się on na pamięci długoterminowej, wyróżniając w niej (zgodnie z rozwijaną później koncepcją Endela Tulvinga⁶⁶):

⁶² *Neuropsychologia*, hasło w: Wikipedia: „[...] David H. Hubel i Torsten Wiesel przeprowadzili szereg eksperymentów dotyczących organizacji kory wzrokowej kota. Badanie dotyczyło pierwszorzędowej kory wzrokowej (nazywanej krótko V1), stanowiącej tę część kory mózgu, która jako pierwsza zajmuje się przetwarzaniem informacji wzrokowych[e]. Uczeni korelowali aktywność pojedynczych komórek nerwowych z tym, co kot widzi[...]”.

⁶³ L.R. Squire, *Memory and the hippocampus: a synthesis from findings with rats, monkeys, and humans*. “Psychological Review” 1992, nr 99, s. 195–231; L.R. Squire, N.H. Cohen, L. Nadel, *The medial temporal region and memory consolidation: a new hypothesis*, in: *Memory Consolidation: Psychobiology of Cognition*, eds. H. Weingartner and E. Parker, Hisdale, New Jersey, London 1984, pp. 185–210; J.M. Furst, *Network Memory*, “Trends in Neurosciences” 1997, nr 20 (10), s. 451–459; DOI: 10.1016/S0166-2236(97)01128-4.

⁶⁴ *Sensory memory*, hasło w: Wikipedia.

⁶⁵ G.A. Miller, *The Magical Number Seven, Plus or Minus Two: Some Limits on Our Capacity for Processing Information*, “The Psychological Review” 1956, nr 63, s. 81–97.

⁶⁶ E. Tulving, *Episodic and semantic memory*, in: *Organization of memory*, eds. E. Tulving, W. Donaldson, New York, London 1972, pp. 381–402; E. Tulving, *Precis of elements of episodic memory*, “Behavioral

- pamięć deklaratywną, składającą się z rejestru epizodycznego, rejestru semantycznego i rejestru autobiograficznego⁶⁷,
- pamięć emocjonalną (scharakteryzowaną przez Josepha LeDoux)⁶⁸,
- pamięć topograficzną (za badania nagroda Nobla dla J. O'Keefe, M.-B. Moser, E.I. Mosera)⁶⁹,
- pamięć proceduralną albo refleksoryczną, z podklasami: ruchową, percepcyjną i poznawczą (często jako „asocjacyjną”, oryg.: *cognitive, priming*) (scharakteryzowaną m.in. przez Fittsa i Posnera w modelu *multi-stage theory*)⁷⁰⁷¹.

Pierwsze trzy z czterech wymienionych realizowane są przez połączenia pomiędzy hipokampem a kojarzeniową korą mózgową z udziałem struktur podkorowych, zaliczanych do kręgu Papeza (wzgórze, podwzgórze, korowy zakręt obręczy i łączące je drogi). Cechują się one odrębnymi lokalizacjami zarówno w korze, jak i w obszarze hipokampa. Czwarty proceduralny typ pamięci, zaangażowany m.in. w naśladowanie czynności ruchowych, obejmuje pętlę utworzoną przez obszary przedruchowe kory, jądra podstawy (ciało prążkowane), wzgórze oraz, za pośrednictwem jąder pnia mózgu, mózdzek i obszary ruchowe kory. Działanie tego systemu jest niezależne od hipokampa.

Neuronalny mechanizm pamięci długoterminowej objaśniany jest przez Hebbowski paradygmat zmiany wagi (ważności) synaps (za D. Hebbem⁷²), który jako jedyny może obecnie być użyty do zobrazowania kodowania, akwizycji i retencji memów w mózgu. Teoria ta została zweryfikowana na poziomie molekularnym i komórkowym i zaowocowała kilkoma nagrodami Nobla (m.in. dla Ch. Sherringtona, I. Pawłowa, J. Ecclesa, E. Kandela). Podsumowuje ją powszechnie przytaczany cytat:

Hebbian theory of learning: When an axon of cell A is near enough to excite cell B and repeatedly or persistently takes part in firing it, some growth process or metabolic change takes place in one or both cells such that A's efficiency, as one of the cells firing B, is increased⁷³.

and Brain Science” 1984, nr 7, s. 223–268; http://alicekim.ca/BehavBrainSci84_7.pdf oraz E. Tulving, D.M. Thomson, *Encoding specificity and retrieval process in episodic memory*, “Psychological Review” 1973, nr 80/5, s. 352–373.

⁶⁷ E. Tulving, *Episodic and semantic memory*...

⁶⁸ J.E. LeDoux, *Emotion, memory and the brain*, „Scientific American” 1994 Jun; nr 270 (6), s. 50–7. [J.E. LeDoux *Emocje, pamięć, mózg*, „Świat Nauki” 1994, nr 08, s. 34–41] oraz J.E. LeDoux, *Mózg emocjonalny. Tajemnicze podstawy życia emocjonalnego*, przeł. A. Jankowski, Poznań 2000.

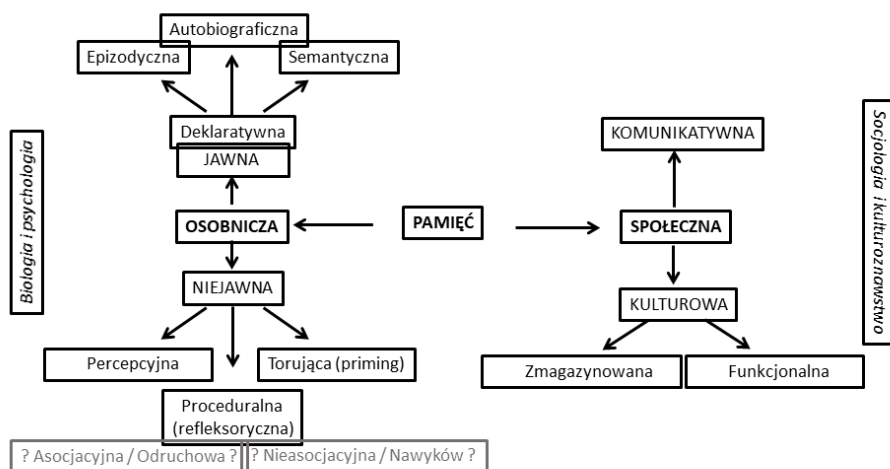
⁶⁹ M.-B. Moser, D.C. Rowland, E.I. Moser, *Place Cells, Grid Cells, and Memory*, “Cold Spring Harbor Perspectives in Biology” 2015; doi: 10.1101/cshperspect.a021808.

⁷⁰ *Procedural memory*, hasło w: Wikipedia, za P.M. Fitts, M.I. Posner, *Human Performance*, Belmont, CA 1967.

⁷¹ *Scientific Understanding of Consciousness*, <http://willcov.com/bio-consciousness/review/Memory/Procedural%20Memory.htm> [dostęp z dnia: 10.11.2017]; H. Mochizuki-Kawai, *Neural basis of procedural memory*, “Brain Nerve” (Japanese, English Abstract) 2008, nr 60 (7), s. 825–32.

⁷² D.O. Hebb, *The Organization of Behavior. A neuropsychological theory*, New York 1949.

⁷³ *Hebbian theory*, hasło w: Wikipedia.



za: Memory - Wikipedia

Rys. 1. Rodzaje pamięci wyróżniane w nawiązaniu do koncepcji E. Tulvinga w ujęciu przedstawianym przez Wikipedię (Memory) – zmodyfikowane. Niektórzy autorzy do pamięci niejawnej (*implicit memory*) zaliczają dodatkowe niewymienione tu rodzaje pamięci, a także „pamięć asocjacyjną” utożsamianą z odruchami i „pamięć nieasocjacyjną” utożsamianą z nawykami. Podejście takie w kontekście Hebbowskiej teorii pamięci i neurobiologii pamięci (m.in. „pawłowizmu”) wydaje się być błędem metodologicznym.

Utworzenie śladu pamięciowego polega na zmianie skuteczności przekazywania pobudeń w synapsach tej części sieci neuronalnej, która uczestniczy w przetwarzaniu danego bodźca. Molekularny i komórkowy mechanizm pamięci polega na modyfikacji białek błonowych i cytoplazmatycznych. Skutkuje to zmianą pobudliwości neuronu trwającą od kilkunastu minut do całego, wieloletniego okresu życia.

W pierwszym, szybkim etapie dochodzi do chemicznej modyfikacji cząsteczek białek błonowych uczestniczących w przekazywaniu bodźca, co zmienia ich aktywność. W konsekwencji neuron staje się bardziej (lub mniej) pobudliwy. W drugim, powolnym etapie dodatkowe cząsteczki białek są produkowane i wbudowywane w błonę. Białka te (np. receptory neuromediatorów) są odpowiedzialne za przekaz pobudeń (i informacji) między komórkami. Zwiększa to (zazwyczaj) wrażliwość na chemiczną komunikację między neuronami. Trzeci, długotrwały etap polega na przebudowie komórek w zaangażowanym fragmencie sieci, w wyniku czego powstają dodatkowe wypustki służące do komunikacji (kolce dendrytyczne i kolbki synaptyczne). To szczytowy objaw plastyczności mózgu i pamięci. Łącznie procesy te torują – ułatwiają przekaz specyficznej informacji we właściwym dla niej zbiorze (sieci) neuronów.

Wstępnym warunkiem skuteczności tych procesów jest topograficzne przypisanie różnych fragmentów sieci neuronalnej różnym rodzajom bodźców (w pierwszym przybliżeniu: osobny analizator wzrokowy, słuchowy, dotykowy itp.). Ma to miejsce podczas tworzenia sieci neuronalnej w trakcie przedurodzeniowego rozwoju osobniczego.

Drugi niezbędny warunek tworzenia śladu pamięciowego polega na sumowaniu (współwystępowaniu) dwóch niezależnych pobudzeń, docierających do „zapamiętującego” (przebudowywanego) fragmentu sieci we właściwym następstwie czasowym. Typowo, jeden, wcześniejszy bodziec jest obojętny (nie zaburza stanu organizmu), podczas gdy drugi – nieco opóźniony – zmienia stan organizmu, będąc „nagrodą” albo „karą” (wzmocnieniem). Od czasów Sherringtona i Pawłowa, do tak skonfigurowanych bodźców stosuje się określenia „warunkowy” i „bezw warunkowy”. Nagroda lub kara nie musi być przy tym rzeczywista. Może to – w późnych etapach rozwoju – być odległa (uwarunkowana) zapowiedź (przewidywanie) kary lub nagrody.

Tak schematycznie zarysowana droga akwizycji memu rozpoczyna się jeszcze w łonie matki i przebiega wieloma etapami przez całe życie osobnika. Pojawiające się w życiu kolejne bodźce (spostrzeżenia, zdarzenia, fakty) budują stopniowo podłoże (sieć neuronalną) do akwizycji coraz bardziej złożonych relacji – nowych memów. Odzwierciedlenie tych zależności w pedagogice, dydaktyce i kulturze jest tak nachalne, że nie ma potrzeby podawać przykładów stopniowej akwizycji coraz bardziej złożonych memów.

Memy jako jednostki informacji i pamięci realizują się w mózgach poprzez mechanizmy neuronalne i molekularne. Neuronalny zapis informacji memu ulega ekspresji w postaci zachowań indywidualnych i społecznych oraz ich materialnych produktów. Ponieważ proces przebudowy sieci wymaga uruchomienia produkcji i wewnątrzkomórkowego rozmieszczenia białek, objawia się to efektem Kamina⁷⁴, czyli przejściowym utrudnieniem odtworzenia śladu pamięciowego. Proces ten wiąże się z odtwarzaniem wywołanych zdarzeniami wzorców pobudzeń podczas snu. Wtedy też wg Giulio Tononiego i Chiary Cirelli⁷⁵ dochodzi do selekcji zapamiętywanych zdarzeń (memów) – eliminowane są połączenia nieużywane, a wzmacniane i utrwalane połączenia aktywne i ważne. Ważność wynika z emocji towarzyszących przeżywanym i zapamiętywanym zdarzeniom lub memom.

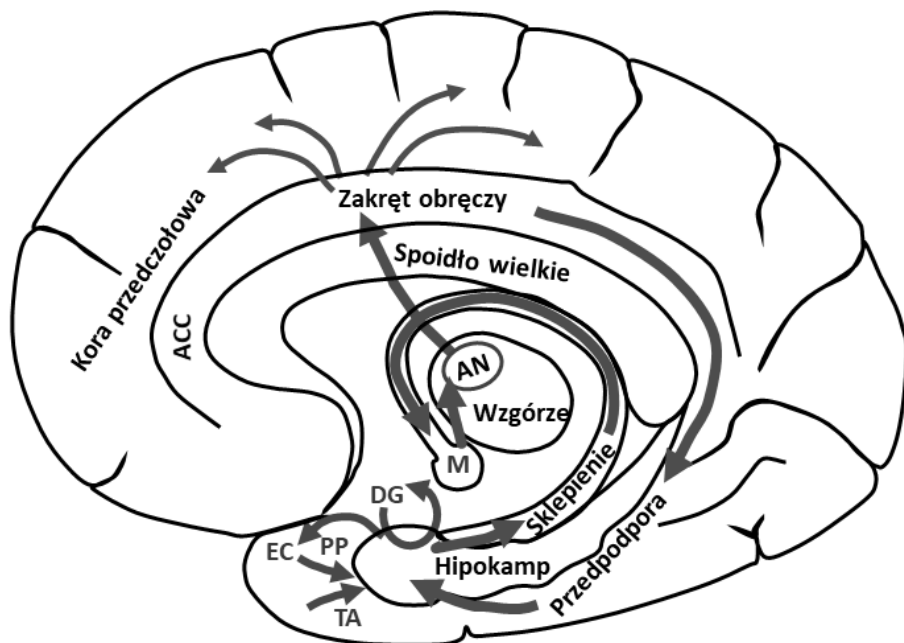
Standardowa teoria konsolidacji pamięci (wg Squire i wsp.)⁷⁶ zakłada, że pierwszy etap konsolidacji obejmuje stabilizację połączeń między hipokampem a rozproszonymi obszarami w korze mózgu, w której hipokamp spełnia rolę przełącznika. W kolejnym wieloletnim etapie stabilizuje się sieć połączeń wewnątrzkorowych, w której wyłączony zostaje hipokamp, a rolę przełącznika przejmują kora przedczołowa. Uważa się, że konsekwencją takiego mechanizmu konsolidacji pamięci jest oporność pierwotnych

⁷⁴ *Blocking effect* (PL: *efekt Kamina*), hasło w: Wikipedia, https://en.wikipedia.org/wiki/Blocking_effect.

⁷⁵ G. Tononi, C. Cirelli, *Sleep and the price of plasticity: from synaptic and cellular homeostasis to memory consolidation and integration*, „Neuron” 2014 Jan 8, nr 81 (1), s. 12–34; doi: 10.1016/j.neuron.2013.12.025.

⁷⁶ L.R. Squire, *Memory and the hippocampus...*; L.R. Squire, N.H. Cohen, L. Nadel, *The medial temporal region and memory consolidation...*; M. Spitzer, *Cyfrowa demencja*, przeł. A. Lipiński, Słupsk 2013, s. 35.

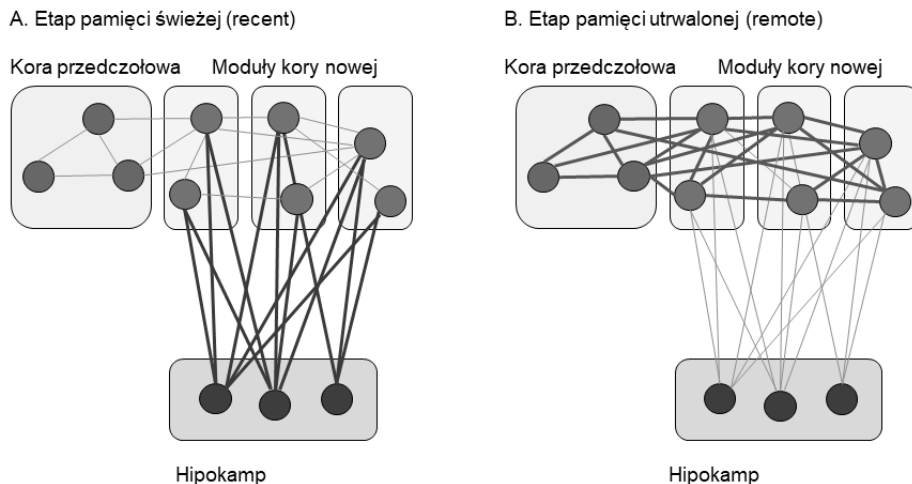
doświadczeń – starych śladów pamięciowych na modyfikację przez nowe doświadczenia i informacje. Zależność ta ujęta została w prawie Ribotta⁷⁷ i prawie Josta⁷⁸ i wyjaśnia, dlaczego poglądy wcześniej wpojone na podłożu silnych emocji z trudem ulegają zmianom nawet w obliczu dramatycznych doświadczeń. Społecznym odzwierciedleniem tej relacji mógłby być efekt Mojżesza (tu: jako konieczność wymiany pokoleń aby zaniknęły stare nawyki). Relacje takie mogą być przenoszone przez pokolenia, odzwierciedlając się np. w mapach wyników wyborczych i etosie pracy.



Rys. 2. Schemat systemu połączeń w kręgu Papeza między nową korą mózgu a hipokampem (korą starą) oraz obok - uproszczony schemat rzutowania połączeń z hipokampa do kory nowej. Zakręt obręczy – *cingulate gyrus*, ACC – przednia część zakrętu obręczy, kora przedczołowa – *prefrontal cortex* – „nadoczodołowa”, EC – kora śródwęchowa (entorinalna), wzgórze – *thalamus* (AN – jądra przednie), M – ciało suteczkowate (w podwzgórze), sklepienie – *fornix*, hipokamp – *hippocampal formation*, DG – zakręt zębaty, PP – droga dziurkowana, TA – droga skroniowo-hipokampalna (*temporo-ammonic*), Przedpodpora – *presubiculum* (BA27).

⁷⁷ P.W. Frankland, B. Bontempi, *The organization of recent and remote memories*, „National Review Neuroscience” 2005, nr 6 (2), s. 119–230; J.W. Rudy, J.C. Biedenkapp, R.C. O'Reilly, *Prefrontal cortex and the organization of recent and remote memories: An alternative view*, „Learning & Memory” 2005, nr 12: s. 445–446; doi: 10.1101/lm.97905.

⁷⁸ J.T. Wixted, *On Common Ground: Jost's (1897) law of forgetting and Ribot's (1881) law of retrograde amnesia*, „Psychological Review” 1897, nr 111 (4), s. 864–879.



Rys. 3. Standardowa teoria konsolidacji pamięci wg Squire i wsp.⁷⁹ Uproszczony, w stosunku do kręgu Papeza, diagram tworzenia połączeń pomiędzy „sterującymi” zapamiętywaniem neuronami hipokampa, a „sterowanymi” neuronami obszarów nowej kory kojarzeniowej. A. W pierwszym, wczesnym etapie pamięci o możliwości kojarzenia (synchronizacji) pobudzeń neuronów korowych decydują pobudzenia z hipokampa. W tym okresie zsynchronizowana aktywność neuronów korowych wzmacnia połączenia między nimi (zasada Carli Shatz: „*fire together, wire together*”). Istniejące połączenia o niskiej wadze (Hebbowskiej) symbolizowane przez cienkie linie. Połączenia o dużej wadze symbolizowane grubymi liniami. B. W drugim etapie (po kilku - kilkudziesięciu dniach, lub dłużej) ukształtowane połączenia korowe nie wymagają wzmacniania z neuronów hipokampa i aktywność neuronów hipokampa może ponownie sterować innymi grupami neuronów kory kojarzeniowej (zmodyfikowane za Frankland i Bontempi⁸⁰).

Mózgowa reprezentacja: mistrzostwo w rozróżnianiu wzorca

Do wszystkich etapów działania pamięci ma zastosowanie koncepcja tzw. jednostek gnostycznych⁸¹, zakładająca że każdy specyficzny rodzaj bodźca jest przetwarzany przez stosunkowo niewielki „dedykowany” w rozwoju zespół neuronów. Wprowadzone niezależnie przez Konorskiego i Hebba, i rzadko ostatnio używane, pojęcie jednostek gnostycznych koresponduje z ideą memu, będąc zarazem propozycją charakterystyki neuronalnego podłoża pamięci i neuronalnej reprezentacji memów. Pierwotnie pojęcie

⁷⁹ L.R. Squire, N.H. Cohen, L. Nadel, *The medial temporal region and memory consolidation...*

⁸⁰ P.W. Frankland, B. Bontempi, *The organization of recent and remote memories...*

⁸¹ R.Q. Quiroga, I. Fried, Ch. Koch, *Komórki pamięci*, „Świat Nauki” 2013-02-19 oraz R.Q. Quiroga, *Gnostic cells in the 21st century*, „Acta Neurobiologiae Experimentalis” 2013, nr 73, s. 463–471.

jednostki gnostycznej rozumiane były jako „zespoły komórkowe” („*cell assemblies*” wg Donalda Hebb⁸² lub specyficzne neurony sieci wg Jerzego Konorskiego⁸³). Obrazowym przedstawieniem idei jednostek gnostycznych jest „komórka tawrzy babki” (*the grandmother cell*) – dwuznaczny obrazek kobiecej głowy („*My Wife and My Mother-in-Law*”) autorstwa Edwina Boringa, rozpropagowany m.in. przez Jerome Lettvin⁸⁴. Koncepcja jednostek gnostycznych była przedmiotem dyskusji między Donaldem Hebbem i Jerzym Konorskim i tematem znaczącej monografii Konorskiego⁸⁵. Taki zespół neuronów byłby zatem „detektorem wzorca aktywności” w swoim polu recepcyjnym (obszarze przestrzeni lub zbiorze neuronów skąd napływają bodźce). Działanie detektora wzorca opiera się na zasadzie wzmacniania kontrastu – podstawowej zasadzie przetwarzania bodźców w układzie nerwowym. Na podstawie analizy mechanizmów przetwarzania bodźców w procesach percepcji można przyjąć istnienie detektorów o rosnącym poziomie abstrakcji (jak kręgi idei wg Platona). Takie rozumienie czynności detektorów wzorców korespondowałoby z koncepcjami qualiów i uniwersaliów. Ponadto demitologizuje i włącza w model działania jednostek gnostycznych (detektorów wzorca) słynne neurony lustrzane opisane przez Giacomo Rizzolattiego i Lailę Craighero⁸⁶.

Rodrigo Quiroga⁸⁷ dokonuje przeglądu historycznych poglądów na naturę jednostek gnostycznych, podając zarazem przykłady zidentyfikowanych metodami neurobiologicznymi konkretnych komórek nerwowych, które zachowują się jak postulowane neurony gnostyczne. Przy współczesnym stanie wiedzy znacznie trafniejszym terminem na ich oznaczenie wydaje się, użyty tu wcześniej, operacyjny termin „detektor wzorców”, oddaje on bowiem naturę ich działania. Tym samym neurobiologiczne podłoże dekodowania, akwizycji i retencji memów może być przypisane z dużą dozą pewności neuronom – detektorom wzorców. Ujęcie takie koresponduje z koncepcją „węzłów pamięci semantycznej” (*nodes of semantic memory*) Lumsdena i Wilsona⁸⁸.

Na tropie memu

Współczesne metody obrazowania czynności mózgu (PET, fMRI, MEG, QEEG, ECoG⁸⁹, mikroskopia konfokalna na żywym mózgu i modelowanie cybernetyczne), przy założeniu

⁸² D.O. Hebb, *The Organization of Behavior. A neuropsychological theory*, New York 1949.

⁸³ J. Konorski, *Integrative activity of the brain. An interdisciplinary approach*, Chicago 1967, [J. Konorski *Integracyjna działalność mózgu*, Warszawa 1969, s. 78–81].

⁸⁴ R.Q. Quiroga, I. Fried, Ch. Koch, *Komórki pamięci...*

⁸⁵ J. Konorski, *Integracyjna działalność...*

⁸⁶ G. Rizzolatti, L. Craighero, *The mirror-neuron system*, „Annual Review of Neuroscience” 2004, nr 27 (1), s. 169–192; doi:10.1146/annurev.neuro.27.070203.144230; PMID 15217330.

⁸⁷ R.Q. Quiroga I. Fried, Ch. Koch, *Komórki pamięci...*

⁸⁸ C.J. Lumsden, E.O. Wilson, *Genes, Mind and Culture...*

⁸⁹ Odpowiednio: tomografia emisji pozytonów, funkcjonalny jądrowy rezonans magnetyczny, magnetoencefalografia, ilościowa elektroencefalografia, elektrokortykografia.

ich rosnącej rozdzielczości dają nadzieję na uchwycenie czynności pojedynczych neuronów – detektorów specyficznych wzorców⁹⁰.

Badania neurolingwistyczne zespołu Alexandra Hutha i Jacka Gallanta⁹¹ wskazują, że metodami czynnościowego obrazowania mózgu przy pomocy fMRI możliwe jest już zlokalizowanie niewielkich obszarów korowych odpowiadających pojedynczym słowom. Wynik taki sugeruje możliwość neuroanatomicznej identyfikacji detektorów wzorca – jednostek gnostycznych odpowiadających pojedynczym memom. Podobne wyniki uzyskał zespół Chakrabarti⁹² identyfikując topograficznie przypisane wzorce aktywności elektrycznej ECoG i EEG odpowiadające słowom słyszanyemu mówionym lub pomyślanym. Zespół Hutha i Garlanda⁹³ stosując fMRI do lokalizacji aktywności neuronalnej odpowiadającej pojedynczym słowom (1705 obiektów i działań) stwierdził, że w około 80 tys. punktów zidentyfikowanych u różnych osób można wyróżnić 12 odrębnie mapujących się kategorii słów, w tym: 1. dotykowe (np. palce), 2. wzrokowe (żółty), 3. liczbowe (pięć), 4. umiejscawiające (plac), 5. abstrakcyjne (idea), 6. czasowe (godzina), 7. zawodowe (wystąpienie), 8. gwałtowne (śmierć), 9. wspólnotowe (szkoła), 10. umysłowe (czuwanie), 11. emocjonalne (pogarda), 12. społeczne (dziecko). 3 000 słów zmapowano w 100 punktach kory, przy czym w jednym wyróżnianym punkcie (voxelu) mapować może się więcej niż 1 słowo (uwzględniając homonimie), słowa mapujące się wspólnie są powiązane znaczeniowo, jedno słowo może pobudzać więcej niż jeden punkt i co bardzo istotne - skompilowane atlasy lokalizacji słów są podobne u różnych osób badanych. Ostatnia własność map jest dobrze ugruntowana w neurobiologii jako zasada topograficznego odwzorowania („zasada miejsca”).

Z tymi ustaleniami koresponduje koncepcja ucieleśnionego języka (*embodied language*; m.in. wg Silvano Caianiego)⁹⁴, zakładająca kodowanie poszczególnych rodzajów znaczeń w okolicach kory związanych z reprezentacją odpowiednich zmysłów i czynności (np. ruch dłoni, kształt nosa na twarzy, przełykanie, itp. – w obszarach rzutowania odpowiednich części ciała). Należy tu zwrócić uwagę, że „kolonizacja mapy mózgu przez pojęcia” jest procesem opartym na uczeniu – indywidualnym doświadczeniu osobnika, nałożonym na raczej schematyczną, pierwotną sieć połączeń nerwowych (doświadczenia z selektywną deprywacją sensoryczną z lat 70 i 80 XX wieku; np. A.H. Riesen)⁹⁵. Inne sposoby podejścia badawczego, z zastosowaniem modelowania komputerowego oraz

⁹⁰ S. Chakrabarti, H.M. Sandberg, J.S. Brumberg, D.J. Krusienski, *Progress in Speech Decoding from...*; A. McNamara *Can we measure memes?*...

⁹¹ A.G. Huth, W.A. de Heer, T.L. Griffiths, F.E. Theunissen, J.L. Gallant, *Natural speech reveals the semantic...*; A.G. Huth, S. Nishimoto, A.T. Vu, J.L. Gallant, *A Continuous Semantic Space Describes...*

⁹² S. Chakrabarti i wsp., *Progress in Speech Decoding from the Electrocorticogram...*

⁹³ A.G. Huth i wsp., *Natural speech...* oraz *A Continuous Semantic Space...*

⁹⁴ S.Z. Caiani, *The Embodied Theory of Language: Evidence and Constrains*, „Logic and Philosophy of Science” 2011, nr IX/1, s. 485–491.

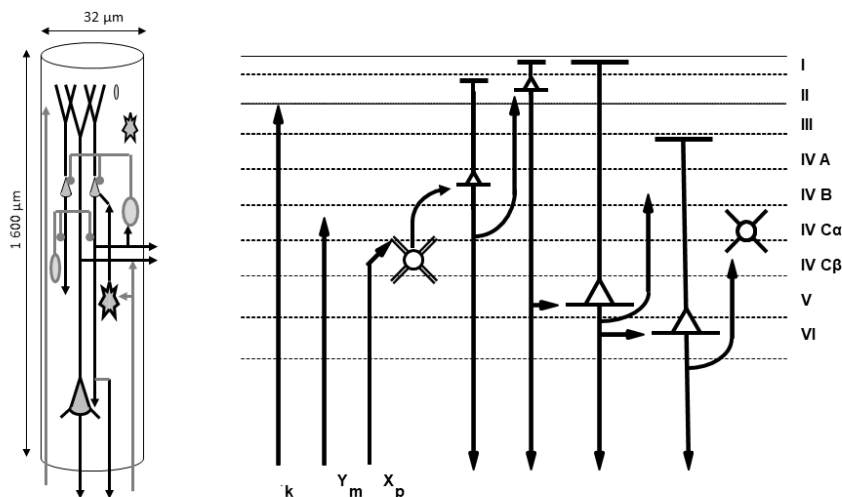
⁹⁵ A.H. Riesen, *Effects of stimulus deprivation on the development and atrophy of the visual sensory system*, „Journal of Orthopsychiatry” 1960, nr 30/1, s. 23–36.

teorii fraktali, również wskazują na istnienie neuronalnych odpowiedników memów – detektorów wzorca będących atraktorami (Attractor, Wikipedia) dla ukierunkowanego przepływu pobudzeń w sieci neuronalnej⁹⁶.

Wydaje się, że współczesne badania neuroanatomiczne zbliżają się do identyfikacji odpowiedniego zespołu neuronów, który mógłby odpowiadać jednostce gnostycznej – mitycznemu przedmiotowi dyskusji między Konorskim i Hebbem. Są w nimi liczące od 80 do 240 neuronów minikolumnienki korowe, cechujące się wspólnym polem recepcyjnym, powstałe z jednej komórki progenitorowej i, jak można oszacować, tworzące w korze mózgu sieć złożoną 200 milionów jednostek⁹⁷. Modele wskazują, że taki zespół neuronów wykonuje stały algorytm przetwarzania docierających doń bodźców⁹⁸.

Kora mózgu – minikolumnienki - przetwarzanie

Minikolumny korowe – w kolumnach



Rys. 4. Model minikolumnienki korowej obok schematu układu neuronów w pierwszorzędowej korze wzrokowej (V1 wg S. Zekięgo)⁹⁹

⁹⁶R. Cossart, D. Aronov, R. Yuste, *Attractor dynamics of network UP states in the neocortex*, "Nature" 2003, nr 423, s. 283–288; doi:10.1038/nature01614.

⁹⁷D.P. Buxhoeveden, M.F. Casanova, *The minicolumn hypothesis in neuroscience*, "Brain" 2002, nr 125 (5), s. 935–951; G.J. Rinkus, *A cortical sparse distributed coding model linking mini- and macrocolumn-scale functionality*, "Frontiers in Neuroanatomy" 2010, nr 4, s. 17; doi: 10.3389/fnana.2010.00017.

⁹⁸Tamże.

⁹⁹Zmodyfikowane za: G.J. Rinkus, *A cortical sparse distributed coding model linking mini- and macrocolumn-scale functionality*, "Frontiers in Neuroanatomy" 2010, nr 4, s. 17; doi: 10.3389/fnana.2010.00017. 2010, i za A. Longstaff, *Krótkie wykłady. Neurobiologia...*

Otwartym dla dyskusji problemem pozostaje czy taka liczba potencjalnych detektorów wzorca jest wystarczająca do zapewnienia ludzkiemu mózgowi oczekiwanych na podstawie obserwacji zdolności poznawczych i możliwości uczenia się. Każda z możliwych prób wstępnego oszacowania obciążona jest błędami niepewnych założeń wstępnych i arbitralności metod szacowania. Licząc się z tym ryzykiem, można przyjąć, że:

- pamięć autobiograficzna, epizodyczna i emocjonalna, obejmujące świadomość, indywidualność i związane z tym memy, musi sprostać zapisowi ok. 30 000 – 40 000 zdarzeń, stanowiących od 1% do 10% zdarzeń z 300 000 ± 80 000 dni życia (wszak nie pamiętamy – poza skrajnymi przypadkami *idiot savant* – każdej minuty, godziny i dnia naszej przeszłości),
- w tym samym rejestrze powinno zmieścić się ok. 150–200 osób tworzących nasz „klan plemienny” (liczba Dunbara)¹⁰⁰ i ok. 3000 – 5000 osób, z którymi pozostajemy w jakiegokolwiek interakcji,
- z zachowaniem ostrożności, można dodać ok. 10 000 identyfikowanych i pamiętanych przedmiotów, roślin i zwierząt (w tym: sprzęty domowe, narzędzia, zabawki, biblioteki, płytoteki..., kolekcje znaczków pocztowych...),
- dalszą część zasobów pamięci stanowi pamięć deklaratywna – semantyczna, czyli słownictwo i frazy językowe, zależnie od poziomu inteligencji, wykształcenia i życiowych doświadczeń, wymagające posługiwania się od 5 (! paradoksalnie, wystarcza w komunikacji niektórych osobników) do 50 000–70 000 słów w przypadku „wykształciuchów” (optymistyczny szacunek pojemności słownika wg Finkelsteina daje ok. 70 000 i jako minimalny standard – 20 000 słów¹⁰¹),
- pozostają jeszcze miejsca, drogi, mapy przestrzeni: od mapy gwiazd i map świata, po pamięć „intymnych” skrytek, co czyni co najmniej ok. 10 000 punktów.

Szacowane zasoby słownikowe i encyklopedyczne wynoszą odpowiednio: *Wielka Encyklopedia Powszechna* – 75 000 haseł, *Słownik Języka Polskiego* – 135 000 słów, *Encyclopaedia Britannica* – 475 000 entries, *Oxford Dictionary of English* – 335 000 words, polska wersja Wikipedii – ok. 1 220 000 artykułów, a angielskojęzyczna – ok 5 381 000¹⁰².

Wydaje się zatem, że – biorąc pod uwagę możliwość kombinacji i sieciowania połączeń – wystarczy(łoby).

Można założyć, że neurofizjologiczna reprezentacja memu (detektora wzorca):

- selektywnie reaguje na odpowiedni dla siebie wzorzec pobudzeń wejściowych (inicjujących),
- wytwarza specyficzny wzorzec pobudzeń kierowanych do innych detektorów wzorców – czyli reprezentacji innych, powiązanych memów,

¹⁰⁰ R. Dunbar. *Ilu przyjaciół potrzebuje człowiek. Na tropie zagadek ewolucji*, przeł. D. Cieśla-Szymańska, Warszawa 2010; R. Dunbar, *Do online social media cut through the constraints that limit the size of offline social networks*, Royal Society Open Science; doi: 10.1098/rsos.150292.

¹⁰¹ R. Finkelstein, *A Memetics Compendium ...* oraz R. Finkelstein, *Defining memes...*

¹⁰² Za: Wikipedia – strony internetowe odpowiednich źródeł.

- inicjuje w ten sposób selektywną aktywację sieci neuronalnych, odpowiadającą ciągowi skojarzeń, co zarazem odpowiadać może strukturze mempleksów,
- może być wielokrotnie modyfikowana zgodnie z regułami uczenia i pamięci,
- jest wzmacniana lub osłabiana w zależności od efektu behawioralnego związane go z wzmocnieniami (karami lub nagrodami, niekoniecznie eksternalizowanymi i niekoniecznie materialnymi).

Równocześnie neuronalna reprezentacja memu wbudowana jest w sieć, która jednoznacznie określa jej funkcję (w zasadzie identyczną jeśli chodzi o bioelektryczny i neurochemiczny mechanizm), różnicowaną jedynie na zasadzie lokalizacji w systemach neuronalnych. Tym samym ta lokalizacja i prowadzące do niej drogi (w sieciach) są decydujące dla treści memu („tematycznego” przypisania detektora wzorca). Śledzenie (*tracking*) tych dróg – w istocie ścieżki dostępu – jest obecnie możliwe, być może jeszcze z niewystarczającą rozdzielczością, technikami elektroencefalografii ilościowej (QEEG) (Wikipedia) oraz metodami traktografii dyfuzyjnej (Wikipedia), będącej potomstwem fMRI. Budowane tym metodami mapy połączeń mózgowych stanowią czynnościowe i przyżyciowe rozwinięcie opisu systemu połączeń, wypracowanego wcześniej klasycznymi metodami neuroanatomii. Kolejnym i niezbędnym elementem opisu memu i reprezentującego go detektora wzorca byłaby charakterystyka „ścieżki dostępu” do niego poprzez „płatanię” sieci neuronalnych.

Od kołyski do grobu: cykl życiowy memów i kuszące analogie

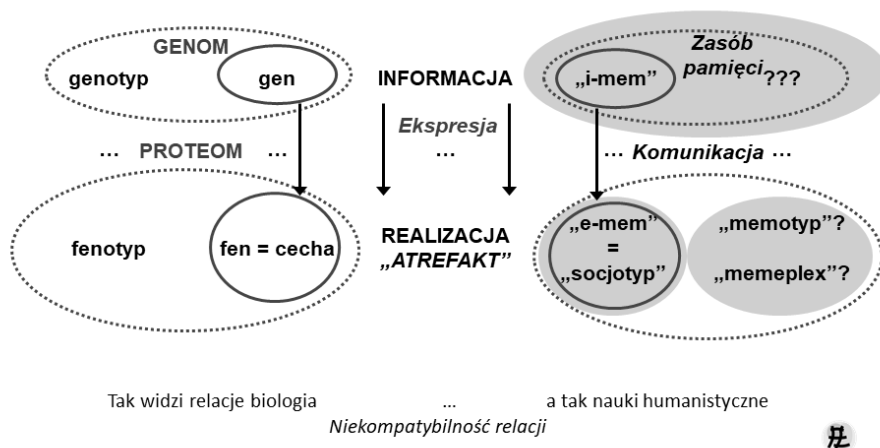
Zaproponowana w ten sposób natura reprezentacji neurobiologicznej memu pozwala na rewizję analogii mem – gen, która od początku istnienia teorii memetycznych budzi istotne kontrowersje.

Zasadnicze różnice polegają na:

- szybkości reakcji systemu,
- szybkości zmian - mutowania memów i genów jako replikatorów,
- sposobie i szybkości zamykania pętli sprzężeń zwrotnych pomiędzy genami i memami jako nośnikami informacji, poprzez efekty ich ekspresji (odpowiednio: białka i komunikacyjne artefakty memetyczne),
- wzajemnych konsekwencjach ekspresji genów i memów dla ich dalszego trwania i kopiowania (kopiowalności i przeżywalności genów i memów, i przenoszących je nosicieli – organizmów i osób).

To, co w genetyce nazywane jest fenotypem, jest w istocie zbiorem procesów fizjologicznych i behawioralnych decydujących o przeżyciu osobnika jako nośnika genów i w konsekwencji możliwości dalszej propagacji genów. Nowoczesne ujęcie tych zagadnień proponuje socjobiologia w ramach koncepcji samolubnego genu¹⁰³; ciała jedno-

¹⁰³ R. Dawkins, *Samolubny gen...*



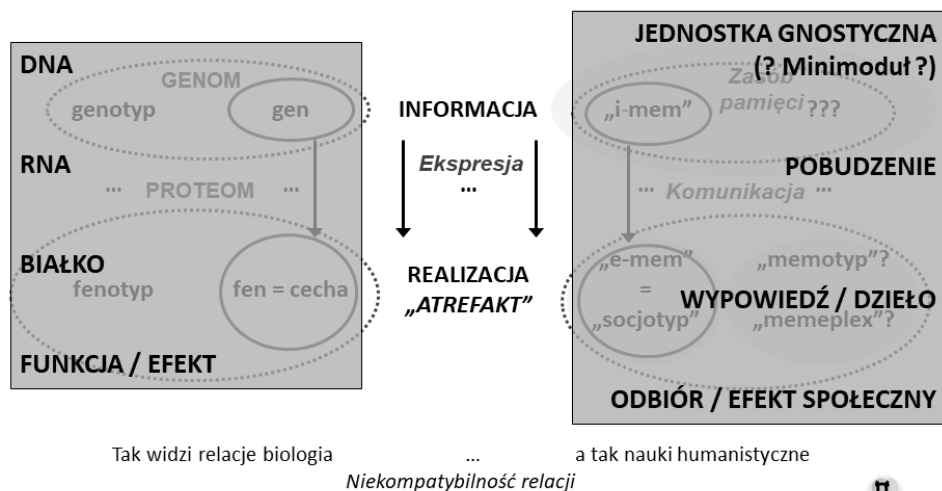
Rys. 5. Analogia gen – mem: poziomy funkcjonowania genów i memów jako nośników informacji oraz efektów ich ekspresji w środowisku – fenotypu i „socjotypów” (termin przyjęty przez M. Bierzyckiego)

razowego użytku (*disposable soma theory*) Toma Kirkwooda¹⁰⁴ i alokacji energii (*trade off*) Jamie Kneitela¹⁰⁵. Relacja sprzężenia zwrotnego regulująca przeżywalność i liczbę kopii genów w kolejnej generacji rozciągnięta jest tu na cały okres życia osobnika, który jest (statystycznie rzecz biorąc) dobrze przystosowany do środowiska na początku życia. Mutacje i selekcja genów rozciąga się na pokolenia. Praktycznie doraźne modyfikacje genów w trakcie życia osobnika nie są możliwe (a nawet jeśli zachodzą w naturalnych warunkach - nie są istotne).

W przypadku memów i ich nośników – detektorów wzorców (jednostek gnostycznych) zintegrowanych w mózgach (będących w grubym przybliżeniu odpowiednikiem genomu) – modyfikacja możliwa jest za życia osobnika i polega na darwinowskiej konkurencji sieci neuronalnych. Objawem jest przewarunkowanie odruchów i opanowywanie nowych wiadomości wraz ze zmianą poglądów. Cykl życiowy memu jako pakietów informacji jest krótki. W skrajnych przypadkach memobotów, memoidów i agresywnych memepleksów, efekt behawioralny i jego skutki dla jednostek gnostycznych i mózgów jako nośnika memów ujawnia się bardzo szybko. Nie trzeba tu dawać za przykład religii, polityki oraz złożonych zjawisk społecznych i historycznych. Wystarczy zanalizować zwyczaje związane ze spożyciem alkoholu i używaniem środków psychoaktywnych (np. dopalaczy), gdzie ostateczne efekty przedstawiają statystyki wypadków drogowych oraz statystyki szpitalnych izb przyjęć, ośrodków odwykowych i szpitali psychiatrycznych. Wolniejszy efekt behawioralny reprezentują skutki zarażania memami w procesie edukacji i wychowania.

¹⁰⁴ T.B. Kirkwood, *Evolution of ageing*, "Nature" 1977, nr 270 (5635), s. 301–304.

¹⁰⁵ J.M. Kneitel, *Are trade-offs among species' ecological interactions scale dependent? A test using pitcher-plant inquiline species*, "PLOS ONE" 2012, nr 7(7), s. 41809. Patrz też: Wikipedia.



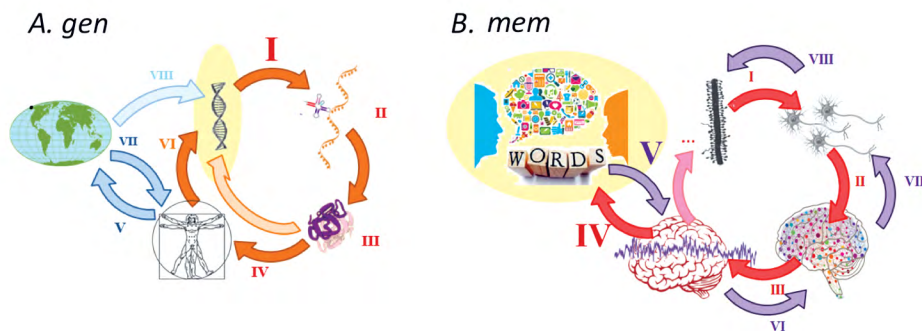
Rys. 6. Materialne objawy funkcjonowania genów i memów nałożone na obraz ich relacji funkcjonalnych jako nośników informacji

Co istotne, efekty środowiskowej ekspresji memu (e-memy, artefakty memetyczne) oddziałują zwrotnie na same neuronalne reprezentacje memów (detektory wzorców) w czasie rzeczywistym i w tych samych (w przybliżeniu) sieciach neuronalnych.

Cechą łączącą przypadek selekcji memów i genów jest fakt, że w obu warunkiem wstępnym jest wielokrotne przekodowanie niesionej przez nie informacji. Cecha różniująca jest mechanizm selekcji. W przypadku genów sprowadza się on do zróżnicowanej sprawności życiowej, dającej natychmiastowe i silnie oddziałujące efekty adaptacyjne w środowisku (*fitness, inclusive fitness*). Selekcja memów opiera się na ich wartości emocjonalno-motywacyjnej, która słabo i z opóźnieniem przekłada dostosowanie do środowiska fizycznego i społecznego. Memy szkodliwe dla genów i własnych reprezentacji neuronalnych mogą więc długo być chronione, w tym także przez systemy memetyczne innych osobników¹⁰⁶.

W efekcie obserwuje się powszechne występowanie „dobrze przystosowanych zespołów genów” funkcjonujących w biologicznie sprawnych ciałach osobników, będących wynikiem ich ekspresji. W przypadku memów możliwe jest długotrwałe istnienie i propagacja memów dezadaptatywnych w swoich realizacjach (e-memach, socjotypach) i ich społecznych konsekwencjach. Co więcej, memy (i-memy i e-memy) o dezadaptatywnych skutkach są zazwyczaj chronione przez nosicieli innych memów (altruistycznych i prospołecznych).

¹⁰⁶ Już u: C.J. Lumsden, E.O. Wilson, *Genes, Mind and Culture...* i u wszystkich cytujących go następców, jednak bez podkreślania wartościowania emocjonalnego.

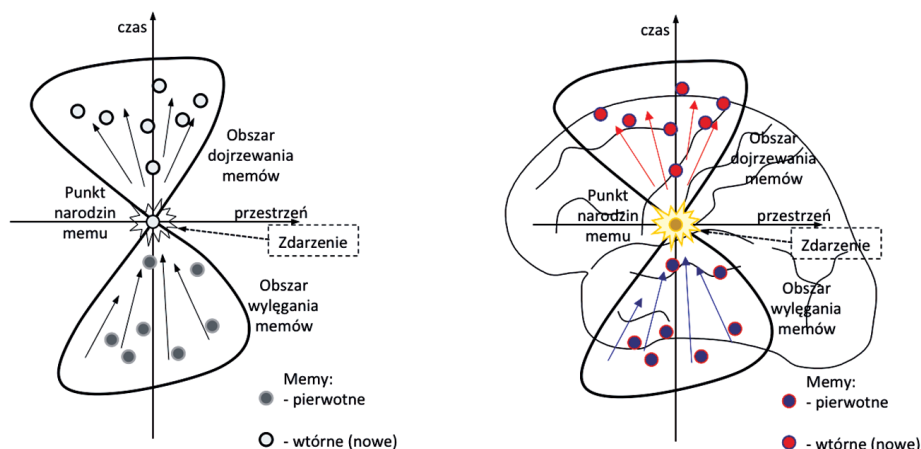


Rys. 7. Porównanie cyklu życiowego genów i memów jako nośników informacji: A. w przypadku genu: I - transkrypcja informacji z DNA na RNA, II - translacja informacji z RNA na cząsteczki białek, III - struktura i funkcja białek, IV - realizacja cech fenotypowych w wyniku czynności białek (i nieznamienny efekt oddziaływania zwrotnego białek na informację w DNA - naprawa, kopiowanie, utrzymanie struktury praktycznie bez zmian „treści”), V i VII - interakcje organizm- środowisko decydujące o „przeżyciu” i selekcji genów, VIII - oddziaływanie środowiska na informację w genach - praktycznie nieznamienne ze względu na częstość i skutki, jako mutacje somatyczne lub mutacje przekazywane potomstwu; ... – dodatkowa droga zamykająca pętle - istotne oddziaływanie odtwarzania informacji na jej przechowywanie (*recalling*). B. w przypadku memu: I - odczytanie informacji zakodowanej w strukturze detektora wzorca (system synaps z uwzględnieniem ich wagi), II - szerzenie wzorca pobudzeń w sieci neuronalnej; III - zintegrowana czynność wielu sieci neuronalnych przekładająca się na aktywność behawioralną/zachowanie, m.in. mowę, IV - propagacja informacji w środowisku zewnętrznym; V - relacje zwrotne odbierane przez analizatory/zmysły układu nerwowego, VI - wzbudzenie przez bodźce specyficznej, ukierunkowanej aktywności sieci neuronalnych, VII - ogniskowanie aktywności na wybranych neuronach w sieci (detektorach wzorców), VIII - materialna i czynnościowa modyfikacja detektorów wzorca. UWAGA: w przypadku ekspresji informacji i jej akwizycji (zwrotnej) rzeczywiste szlaki nerwowe nie nakładają się na siebie

Powstawanie nowych memów rozgrywające się w czasie i przestrzeni (zarówno kulturowej jak i neuronalnej) ujmuje schemat „mapy memowej” Johna Paulla¹⁰⁷. Mapa taka odzwierciedla kojarzenia zjawisk, które w wyniku zdarzenia – iluminacji (?) powodują „narodziny” nowego memu i ekspansję jego kopii oraz memów pokrewnych w dostępnej do „kolonizacji” przestrzeni. Paull proponuje także metodę budowania takich map dla konkretnych przykładów.

W tym miejscu możliwe jest ponowne spojrzenie na wielokrotnie przytaczaną metaforę memów jako psa ciągnącego swojego pana – geny – na smyczy (utworzonej z konsekwencji

¹⁰⁷Tamże.



Rys. 8. Schemat mapy memów obrazującej historię powstania i propagacji nowego memu w przestrzeni zarówno kulturowej jak i neuronalnej¹⁰⁹

memetycznie ukształtowanego zachowania)¹⁰⁸. Metafora ta wymaga odejścia od antropocentrycznego punktu widzenia. Szybkość reakcji systemu memetycznego jest wielokrotnie większa (stała czasowa mniejsza, a czas „radikalnych” zmian krótszy) niż szybkość reakcji systemu genów. Tym samym, system memów może ciągnąć na smyczy geny w przepaść każdej możliwej do pomyślenia, samobójczej katastrofy cywilizacyjnej... Czyni to zarazem geny bezbronnymi podczas wyprowadzania memów na spacer po dziko zarośniętym parku ludzkiej kultury. W realnym świecie nie da się bowiem wypuścić smyczy z genetycznych rąk.

Konsekwencje i podsumowanie

Dokonany tu przegląd koncepcji memetyki i neurobiologii pamięci, mimo niewątpliwych niedociągnięć i skrótowości, pozwala wnieść pod dyskusję kilka tez.

1. Wydaje się, że na obecnym etapie wiedzy można zaproponować jednostki gnostyczne lub inaczej neuronalne detektory wzorca, jako neurofizjologiczną reprezentację memów.
2. Metodami nowoczesnej neurofizjologii można identyfikować odpowiednie grupy neuronów, wychodząc z roboczego założenia, że odpowiadają im minimoduły korowe.
3. Identyfikacja neuronalnych reprezentacji memów, traktowanych jako detektory wzorca, umożliwia rozwinięcie analogii gen – mem, ze wskazaniem istotnych różnic, co może być podstawą biologicznej eksploracji zagadnień memetycznych.

¹⁰⁸ C.J. Lumsden, E.O. Wilson, *Genes, Mind and Culture...* i później jako kopiowany mem.

¹⁰⁹ Zmodyfikowane za: J. Paull, *Meme Maps: A Tool for Configuring Memes in Time and Space*, „European Journal of Scientific Research” 2009, nr 31 (1), s. 11–18.

Cykl życiowy memu

→ **infekcja** memetyczna **interpretera** przez [e-]mem (wzorzec *percepowanej informacji*) → **zagnieżdżenie - przekodowanie!**
 (uczenie - tworzenie sieci neuronów - jednostek gnostycznych; wzorzec bodźca, [i-]mem)
 → **ekspresja** behawioralna informacji [e-]memu - **przekodowanie!**
 (= mimikry - możliwa ekspresja niepełna/poronna/falszywa; akty ruchowe) →
 → wytworzenie artefaktów memetycznych = wypowiedzi/dzieła [e-]memy - **przekodowanie!**
 (artefakty = „memefakty” - obiekty materialne, ale także jako obserwowalne zachowanie: możliwe różne klasy „memefaktów”) → → ...
 → **odbiór - infekcja** (wieloetapowy) informacji przez „**interpretery**” - **przekodowanie!** →
 → **klasyfikacja i wartościowanie** emocjonalne przez interpretery - **przekodowanie!**
 (warunek konieczny - skuteczne dekodowanie memów!!!) → → ...
 → **efekt behawioralny** (adaptacyjny) [e-]memu - **przekodowanie!**
 (inclusive fitness) ... → ... → ... →
infekcja memetyczna kolejnego interpretera

Prowizoryczny diagram ilustrujący cykl życiowy memu jako sekwencję zdarzeń
 (i-mem (internal) oraz e-mem (external) w rozumieniu McNamary (2011),
 tu jako: reprezentacja neuronalna i „memefakt”)

4. Wychodząc z powyższych założeń można zbliżyć się do oceny rozmiaru memu jako jednostki funkcjonowania pamięci. Potencjalnie możliwa powinna być ocena pojemności informacyjnej zdefiniowanych systemów neuronalnych, które odpowiadają memowi.
5. Należy kłaść nacisk na mechanizmy przekodowania memów, na różnych etapach ich cyklu życiowego, gdyż przekodowanie jest wstępnym warunkiem akwizycji i retencji memu.
6. Jako istotny czynnik selekcji memów powinno się brać ich wartość emocjonalną, możliwą do zmierzenia w doświadczeniach neurobiologicznych lub odpowiednimi technikami psychologicznymi.
7. Relacje między memami oraz mechanizm ich akwizycji i retencji powinien być możliwy do opisanie w kategoriach zarówno „pojęciowej” jak i neuronalnej ścieżki dostępu, będącej systemem tworzonych w mózgowiu połączeń między neuronami lub ich grupami odpowiadającymi detektorom wzorców.

Bibliografia

- Alex – parrot, hasło w: Wikipedia, [https://en.wikipedia.org/wiki/Alex_\(parrot\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Alex_(parrot)) [dostęp z dnia: 16.11.2017].
- Aam O., *Critique and Defense of Memesis* 1996; <http://90.146.8.18/festival1996/meme/symp/open/msg00041.html> [dostęp z dnia: 16.11.2017].

- Baudrillard J., *Symulakry i symulacja*, przeł. S. Królak, Warszawa 2005.
- Bergman M., *The Trouble with Memes*, "AI3: Adaptive Information" 04-04-2012, <http://www.mkbergman.com>, [dostęp z dnia: 16.11.2017].
- Benítez-Bribiesca L., *Memetics: a dangerous idea*, "Interciencia" 2001, nr 26.1, s. 29–31.
- Biedrzycki M., *Genetyka kultury*, Warszawa 1998.
- Blackmore S., *The Power of Memes*, "Scientific American" 2000, nr 283, s. 52–61.
- Blackmore S., *Evolution and Memes: The human brain as a selective imitation device*. "Cybernetics and Systems" 2001, 32: 1, s. 225–255; <http://www.susanblackmore.co.uk/Articles/cas01.html> [dostęp z dnia: 16.11.2017].
- Blackmore S., *Maszyna memowa*, przeł. N. Radomski, Poznań 2002.
- Brodie R., *Virus of the Mind: The New Science of the Meme*, Seattle 1996.
- Buxhoeveden D.P., Casanova M.F., *The minicolumn hypothesis in neuroscience*, "Brain" 2002, nr 125(Pt 5).
- Caiani S.Z., *The Embodied Theory of Language: Evidence and Constrains*, "Logic and Philosophy of Science" 2011, nr IX/1.
- Cavalli-Sforza L.L., Feldman M.W., *Cultural Transmission and Evolution: A Quantitative Approach*, New York 1981.
- Chakrabarti S., Sandberg H.M., Brumberg J.S., Krusienski D.J., *Progress in Speech Decoding from the Electrocorticogram*. "Biomedical Engineering Letters" 2015, nr 5, s. 10–21, DOI 10.1007/s13534-015-0175-1.
- Cloak F.T., *Is a cultural ethology possible*. "Human Ecology" 1975, nr 3, s. 161–182.
- Cossart R., Aronov D., Yuste R., *Attractor dynamics of network UP states in the neocortex*. "Nature" 2003, nr 423, s. 283–288; DOI: 10.1038/nature01614.
- Dawkins R., *Samolubny gen*, przeł. M. Skoneczny, Warszawa 1996.
- Dawkins R., *Fenotyp rozszerzony. Dalekosiężny gen*, przeł. J. Gliwicz, Warszawa, 2003.
- Dawkins R., *Viruses of the mind*, in: *Dennett and his Critics: Demystifying Mind*, ed. B. Dahlbohm, Oxford 1983, pp. 13–27.
- Dawkins R., *Mind viruses*, in: *Memes. The future of Evolution*, eds. G. Stocker, C. Schopf, Vien 1996, pp. 40–47.
- Deacon T., *Meme as a sign. The trouble with memes (and what to do about it)* (editorial), "The Semiotic Review of Books" 1999, nr 10, s. 3, 1–3.
- Delius J., *Of Mind memes and brain bugs, a natural history of culture*, in: *The Nature of Culture*, ed. W.A. Koch, Bochum 1989, pp. 26–79.
- Dennett D., *Darwin's dangerous idea*, London 1995.
- Dennett D., *Memes and the Exploitation of Imagination*, "Journal of Aesthetics and Art Criticism" 1990, nr 48, s. 127–35.
- Dunbar R., *Ilu przyjaciół potrzebuje człowiek. Na tropie zagadek ewolucji*, przeł. D. Cieśla-Szymańska, Warszawa 2010.
- Dunbar R., *Do online social media cut through the constraints that limit the size of offline social networks*, Royal Society Open Science; DOI: 10.1098/rsos.150292.

- Dunbar R., *Neocortex size as a constraint on group size in primates*, "Journal of Human Evolution", 1992, 22/6, s. 469–493; [http://doi.org/10.1016/0047-2484\(92\)90081-J](http://doi.org/10.1016/0047-2484(92)90081-J) [dostęp z dnia: 16.11.2017].
- Eibl-Eibesfeldt I., *Miłość i nienawiść*, przeł. Z. Stromenger, Warszawa 1987.
- Feldman M.W., *Cultural Evolution. Theory and Models*. "International Encyclopedia of the Social & Behavioral Sciences" 2001, pp 3057–3063; <http://doi.org/10.1016/B0-08-043076-7/03099-0> [dostęp z dnia: 16.11.2017].
- Finkelstein R., *A Memetics Compendium* (2009) (<http://www.roboticstechnologyinc.com/images/upload/file/Memetics%20Compendium%205%20February%2009.pdf> [dostęp z dnia: 16.11.2017]).
- Finkelstein R., *Defining memes*, lecture presentation on: The Second Symposium on Memetics Memory, Social Networks and Language. *Probing the Meme Hypothesis II*, Victoria College, University of Toronto, 15–17 May 2008 (http://www.semioticon.com/virtuals/memes2/finkelstein_paper.pdf [dostęp z dnia: 16.11.2017]).
- Fracchia J., Lewontin R.C., *The price of metaphor*, "History and Theory" 2005, nr 44 (1), s. 14–29.
- Francikowski J., Łozowski B., Rozpędek M., Kaczmarzyk M., *The influence of context on the usage of working memory capacity expressed in bits*. "Sensoria - A Journal Of Mind, Brain, And Culture" 2016, DOI: <http://dx.doi.org/10.7790/sa.v0i0.419> [dostęp z dnia: 16.11.2017].
- Frankland P.W., Bontempi B., *The organization of recent and remote memories*, "National Review Neuroscience" 2005, nr 6 (2), s. 119–130.
- Furster J.M., *Network Memory*, "Trends in Neurosciences" 1997, nr 20 (10), s. 451–459; DOI: 10.1016/S0166-2236(97)01128-4.
- Grant G., *Memetic Lexicon*, in: Principia Cybernetica Web, 1990; <http://pespmc1.vub.ac.be/MEMLEX.html>; <http://igw.tuwien.ac.at/tom/meme/lexicon-right.html> [dostęp z dnia: 16.11.2017].
- Hebb D.O., *The Organization of Behavior. A neuropsychological theory*, New York 1949.
- Heddon T., Ketay S., Aron A., Markus H.R., Gabrieli J.D., *Cultural influences on neural substrates of attentional control*, "Psychological Science" 2008, nr 19, s. 12–17.
- Heylighen F., *What makes a meme successful? Selection criteria for cultural evolution*. [Conference Paper], in: Proc. 16th Int. Congress on Cybernetics, Association Internationale de Cybernétique, Namur, 1998, p. 423–418, in: "Principia Cybernetica", Web: <http://cogprints.org/1132/> [dostęp z dnia: 16.11.2017].
- Heylighen F., Chielens K., *Evolution of Culture, Memetics*, in: *Encyclopedia of Complexity and Systems Science*, ed. B. Meyers, Brussel 2008.
- Hirata S., Watanabe K., Kawai M., *"Sweet-Potato Washing" Revisited*, in: *Primate Origins of Human Cognition and Behavior*, ed. T. Matsuzawa, Springer, 2001, pp. 487–508; <http://www.japanmonkeycentre.org/pdf/sweet-potato-washing/Hirata-2001-Sweet-potato-washing-revisited.pdf> [dostęp z dnia: 16.11.2017].
- Huth A.G., de Heer W.A., Griffiths T.L., Theunissen F.E., Gallant J.L., *Natural speech reveals the semantic maps that tile human cerebral cortex*. "Nature" 2016, nr 532, s. 453–458; DOI: 10.1038/nature17637.

- Huth A.G., Nishimoto S., Vu A.T., Gallant J.L., *A Continuous Semantic Space Describes the Representation of Thousands of Object and Action Categories across the Human Brain*, "Neuron" 2012; DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.neuron.2012.10.014> [dostęp z dnia: 16.11.2017].
- Interpreter*, hasło w: Wikipedia, [https://pl.wikipedia.org/wiki/Interpreter_\(program_komputerowy\)](https://pl.wikipedia.org/wiki/Interpreter_(program_komputerowy)) [dostęp z dnia: 16.11.2017].
- Kaczmarzyk M., Francikowski J., Łozowski B., Rozpędek M., Sawczyn T., Sułowicz S., *The bit value of working memory*, "Psychology & Neuroscience" (Rio de Janeiro) 2013, nr 6 (3); <http://dx.doi.org/10.3922/j.psns.2013.3.11> [dostęp z dnia: 16.11.2017].
- Kanzi oraz Ai i Aiumi, hasło w: Wikipedia, <http://en.wikipedia.org/wiki/Kanzi>; [http://en.wikipedia.org/wiki/Ai_\(chimpanzee\)](http://en.wikipedia.org/wiki/Ai_(chimpanzee)) [dostęp z dnia: 16.11.2017].
- Keidl W.D., *Kurzgefasstes Lehrbuch der Psychologie*, Ch. 16, G.Thieme Verlag, 1975.
- Kirkwood T.B., *Evolution of ageing*, "Nature" 1977, nr 270 (5635), s. 301–304.
- Kneitel J.M., *Are trade-offs among species' ecological interactions scale dependent? A test using pitcher-plant inquiline species*, "PLOS ONE" 2012, nr 7(7), s. 41809.
- Konorski J., *Integracyjna działalność mózgu*, Warszawa 1969.
- Kull K., *Copy versus translate, meme versus sign: development of biological textuality*, "European Journal for Semiotic Studies" 2000, nr 12 (1), s. 101–120.
- Langrish J.Z., *Different types of memes: recipemes, selectemes and explanemes*, "Journal of Memetics-Evolutionary Models of Information Transmission" 1999, nr 3, s. 24–39.
- LeDoux J.E., *Mózg emocjonalny. Tajemnicze podstawy życia emocjonalnego*, przeł. A. Jankowski, Poznań 2000.
- LeDoux J.E., *Emotion, memory and the brain*, „Scientific American" 1994 Jun; nr 270 (6), s. 50–57.
- Lindquist S., *The Evolution of Culture*, The International Library of Essays on Evolutionary Thought Vol. IV. (Series Editor: N. Levy), Canada 2010.
- Lumsden C.J., Wilson E.O., *Genes, Mind and Culture. The Coevolutionary Process*, Cambridge 1981.
- Luncz L.V., Mundry R., Boesch Ch., *Evidence for Cultural Differences between Neighboring Chimpanzee Communities*. "Current Biology" 2012, nr 22, s. 922–926; DOI 10.1016/j.cub.2012.03.031.
- Lynch A., *Thought contagion as abstract evolution*, "Journal of Ideas" 1991, nr 2, s. 3–10.
- Lynch A., *Thought contagion. How Belief Spreads Through Society*. The New Science of Memes. Basic Books, New York 1996.
- McCrohon L., *The two-stage life cycle of cultural replicators*, "Theoria et Historia Scientiarum", Vol. IX. Ed. Nicolaus Copernicus University, 2012; DOI: 10.2478/v10235-011-0009-y.
- McNamara A., *Can we measure memes?* "Frontiers in Evolutionary Neuroscience" 2011, nr 3, DOI: 10.3389/fnevo.2011.00001.
- Miller G.A., *The Magical Number Seven, Plus or Minus Two. Some Limits on Our Capacity for Processing Information*. "The Psychological Review" 1956, nr 63, s. 81–97.
- Miller G.E., *Mimetic evolution and human culture*, "Quarterly Review of Biology" 2000, nr 75 (4), s. 434–436.

- Mochizuki-Kawai H., *Neural basis of procedural memory. Brain Nerve* (Japanese, English Abstract). 2008, nr 60 (7), s. 825–32.
- Moser M.-B., Rowland D.C., Moser E.I., *Place Cells, Grid Cells, and Memory*, “Cold Spring Harbor Perspectives in Biology” 2015; DOI: 10.1101/cshperspect.a021808.
- New Caledonian crow*, hasło w: Wikipedia, http://en.wikipedia.org/wiki/New_Caledonian_crow [dostęp z dnia: 16.11.2017].
- Paull J., *Meme Maps. A Tool for Configuring Memes in Time and Space*, “European Journal of Scientific Research” 2009, nr 31 (1), s. 11–18.
- Procedural memory*, hasło w: Wikipedia, za: Fitts P.M., Posner M.I., *Human Performance*, Belmont, CA 1967.
- Quiroga R.Q., *Gnostic cells in the 21st century*, “Acta Neurobiologiae Experimentalis” 2013, nr 73, s. 463–471.
- Quiroga R.Q., Fried I., Koch Ch., *Komórki pamięci*, „Świat Nauki” 19 lutego 2013.
- Reddit-Philosophy* (internet discussion), http://www.reddit.com/r/philosophy/comments/ot1ce/are_memes_a_useful_concept_for_academic_study [dostęp z dnia: 16.11.2017].
- Riesen A.H., *Effects of stimulus deprivation on the development and atrophy of the visual sensory system*. “Journal of Orthopsychiatry” 1960, nr 30/1, s. 23–36.
- Rinkus G.J., *A cortical sparse distributed coding model linking mini- and macrocolumn-scale functionality*. “Frontiers in Neuroanatomy” 2010, nr 4, s. 17; DOI: 10.3389/fnana.2010.00017.
- Rizzolatti G., Craighero L., *The mirror-neuron system*, “Annual Review of Neuroscience” 2004, nr 27 (1), s. 169–192; DOI: 10.1146/annurev.neuro.27.070203.144230; PMID 15217330.
- Rose N., *Controversies in meme theory*, “Journal of Memetics-Evolutionary Models of Information Transmission” 1998, nr 2, s. 43–57; http://cfpm.org/jom-emit/1998/vol2/rose_n.html [dostęp z dnia: 16.11.2017].
- Rudy J.W., Biedenkapp J.C., O'Reilly R.C., *Prefrontal cortex and the organization of recent and remote memories. An alternative view*. “Learning & Memory” 2005, nr 12, s. 445–446; DOI: 10.1101/lm.97905.
- Sensory memory*, hasło w: Wikipedia, http://en.wikipedia.org/wiki/Sensory_memory [dostęp z dnia: 16.11.2017].
- Scientific Understanding of Consciousness*, <http://willcov.com/bio-consciousness/review/Memory/Procedural%20Memory.htm> [dostęp z dnia: 16.11.2017].
- Spitzer M., *Cyfrowa demencja*, przeł. A. Lipiński, Słupsk 2013, s. 35.
- Squire L.R., *Memory and the hippocampus: a synthesis from findings with rats, monkeys, and humans*, “Psychological Review” 1992, nr 99, s. 195–231; <http://pdfs.semanticscholar.org/69f6/963992e7b82f6c58855af35d661e3fea6036.pdf>.
- Squire L.R., Cohen N.H., Nadel L., *The medial temporal region and memory consolidation: a new hypothesis*, in: *Memory Consolidation. Psychobiology of Cognition*, eds. H. Weingartner and E. Parker, New Jersey, London 1984, pp. 185–210.
- Swanson C., *Sociogene and Biogenes*, chapter in: *The Dual Informational Sources of Human Evolution*, 1983.

- Thagard P., *Hot Thought. Why Memes Are a Bad Idea*. Posted Feb 13, 2013; <http://www.psychologytoday.com/blog/hot-thought/201302/why-memes-are-bad-idea>.
- Tononi G., Cirelli C., *Sleep and the price of plasticity: from synaptic and cellular homeostasis to memory consolidation and integration*, "Neuron" 2014 Jan 8; nr 81 (1), s. 1234; DOI: 10.1016/j.neuron.2013.12.025.
- Trade-off, hasło w: Wikipedia, <http://en.wikipedia.org/wiki/Trade-off>.
- Tulving E., *Episodic and semantic memory*, in: *Organization of memory*, eds. E. Tulving, W. Donaldson, New York, London 1972, pp. 381–402.
- Tulving E., *Precis of elements of episodic memory*. "Behavioral and Brain Science" 1984, nr 7, s. 223–268; http://alicekim.ca/BehavBrainSci84_7.pdf.
- Tulving E., Thomson D.M., *Encoding specificity and retrieval process in episodic memory*. "Psychological Review" 1973, nr 80/5, s. 352–373; <http://alicekim.ca/9.ESP73.pdf>.
- Wilkins J., *What is a meme? Reflections from the perspective of the history and philosophy of evolutionary biology*, "Journal of Memetics" 1998, nr 2; http://cfpm.org/jom-emit/1998/vol2/wilkins_js.html.
- Wilson E.O., *Consilience. The Unity of Knowledge*, Vintage Books, A Division Of Random House, Inc., New York 1998; <http://www.wtf.tw/ref/wilson.pdf>.
- Wixted J.T., *On Common Ground, Jost's (1897) law of forgetting and Ribot's (1881) law of retrograde amnesia*, "Psychological Review" 1897, nr 111 (4), s. 864–879.

Nota o autorze

Dr hab. Piotr Łaszczyca – pracownik Wydziału Biologii i Ochrony Środowiska Uniwersytetu Śląskiego, specjalista fizjologii zwierząt i ekotoksykologii, prowadził badania w zakresie neurobiologii, fizjologii pracy, ekotoksykologii, zarządzania środowiskiem przyrodniczym. Wykładowca przedmiotów: Biologiczne podstawy zachowania człowieka i zwierząt, Biologiczne podstawy rozwoju i wychowania, Ekologia człowieka, Fizjologia pracy, Zarys neurokognitywistyki. Autor m.in. artykułów: *Mózg w drodze do dojrzałości* (2016), *Kuna w kurniku i biologia nauczania* (2016), *Zaśmiecony umysł* (2003).

About the author

Dr hab. Piotr Łaszczyca – employed at Faculty of Biology and Environmental Protection, animal physiologist, conducted research in neurobiology, work physiology, ecotoxicology and environmental management. Lecturer of Biological basis of human and animal behavior, Human ecology, Work physiology and Principles of neurocognitistics. Author of popular articles: *Mózg w drodze do dojrzałości* (2016), *Kuna w kurniku i biologia nauczania* (2016), *Zaśmiecony umysł* (2003).